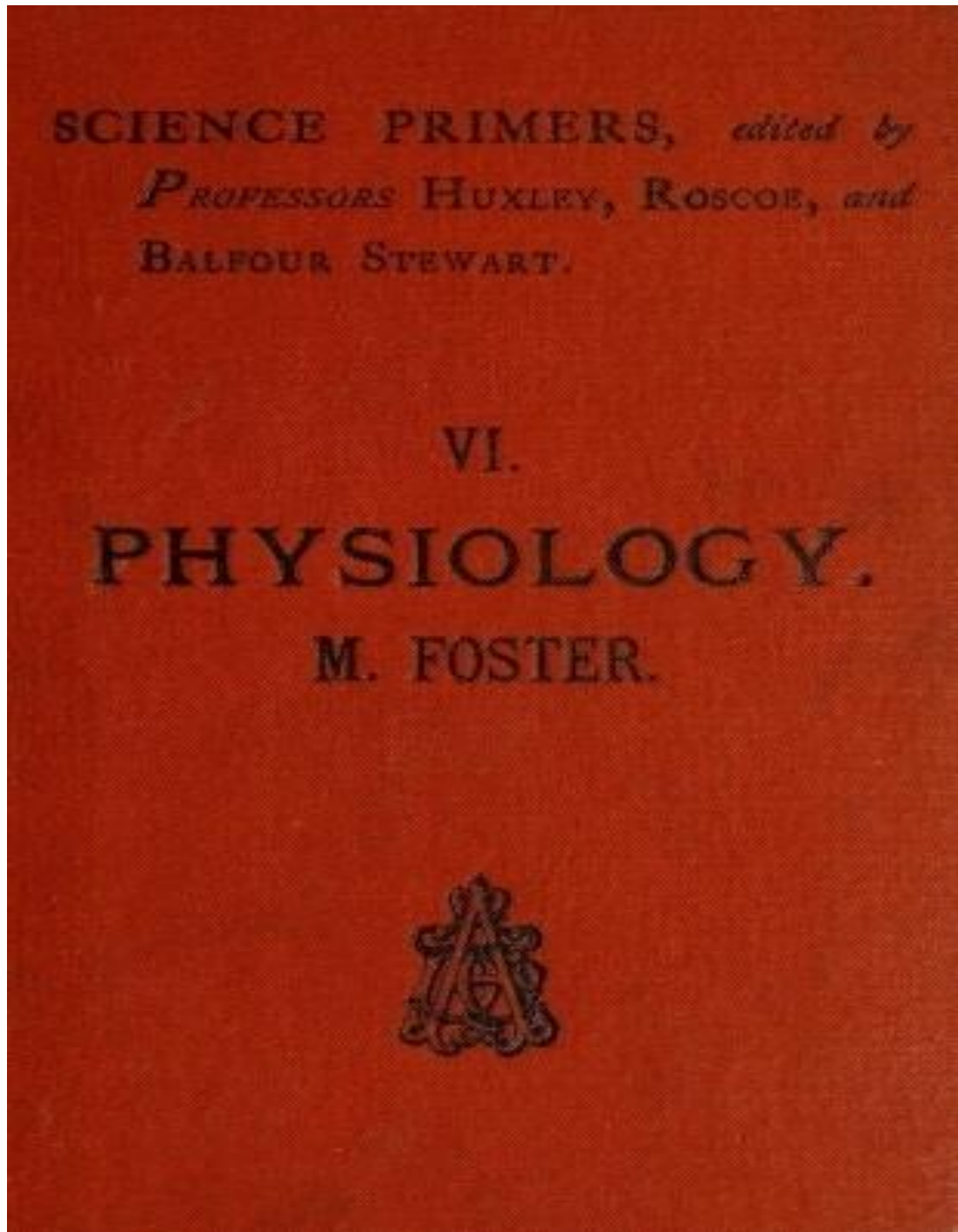


# Физиология

М. Фостер



# Содержание

[ФИЗИОЛОГИЯ.](#)

[ПРЕДИСЛОВИЕ.](#)

[СОДЕРЖАНИЕ.](#)

[НАУЧНЫЕ УЧЕБНИКИ. ФИЗИОЛОГИЯ.](#)

[ВВЕДЕНИЕ. § I.](#)

[ЧАСТИ, ИЗ КОТОРЫХ СОСТОИТ ТЕЛО. § II.](#)

[ЧТО ПРОИСХОДИТ, КОГДА МЫ ДВИГАЕМСЯ. § III.](#)

[ПРИРОДА КРОВИ. § IV.](#)

[КАК ДВИГАЕТСЯ КРОВЬ. § V.](#)

[КАК КРОВЬ ИЗМЕНЯЕТСЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВОЗДУХА: ДЫХАНИЕ. § VI.](#)

[КАК КРОВЬ ИЗМЕНЯЕТСЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПИЩИ: ПИЩЕВАРЕНИЕ. § VII.](#)

[КАК КРОВЬ ИЗБАВЛЯЕТСЯ ОТ ОТХОДОВ. § VIII.](#)

[КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ВСЕЙ ИСТОРИИ. § IX.](#)

[КАК МЫ ЧУВСТВУЕМ И ХОТИМ. § X.](#)

[ПОЛНАЯ ЛИЦЕНЗИЯ ПРОЕКТА ГУТЕНБЕРГ](#)

## Электронная книга Project Gutenberg по физиологии

Эта электронная книга предназначена для бесплатного использования в любой точке США и в большинстве других стран мира практически без каких-либо ограничений. Вы можете копировать, передавать или повторно использовать ее в соответствии с условиями лицензии проекта «Гутенберг», включенной в эту электронную книгу или доступной онлайн по [адресу www.gutenberg.org](http://www.gutenberg.org). Если вы не проживаете в США, перед использованием этой электронной книги вам необходимо ознакомиться с законодательством страны, в которой вы проживаете.

**Название:** Физиология

**Автор:** Сэр М. Фостер

**Дата выпуска:** 22 октября 2016 г. [электронная книга № 53347]

Последнее обновление: 23 октября 2024 г.

**Язык:** английский

**Благодарности:** Произведено Чаком Грейфом, deaurider и командой Online Distributed Proofreading Team на сайте <http://www.pgdp.net> (Этот файл был создан на основе изображений, любезно предоставленных The Internet Archive)

\*\*\* НАЧАЛО ЭЛЕКТРОННОЙ КНИГИ ПРОЕКТА ГУТЕНБЕРГ «ФИЗИОЛОГИЯ» \*\*\*

### [Содержание.](#)

Некоторые типографские ошибки были исправлены; [список приводится после текста.](#)

(Примечание переписчика электронного текста)

## АСТРОНОМИЯ ЛОКЬЕРА

### ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОНОМИИ:

В сопровождении многочисленных иллюстраций, цветных изображений солнечного, звездного и туманного спектров, а также небесных карт Северного и Южного полушарий.

Автор: Дж. НОРМАН ЛОКЬЕР.

*Американское издание*, переработанное и специально адаптированное для школ Соединенных Штатов.

12то. 312 страниц. Цена, 1,75 доллара.

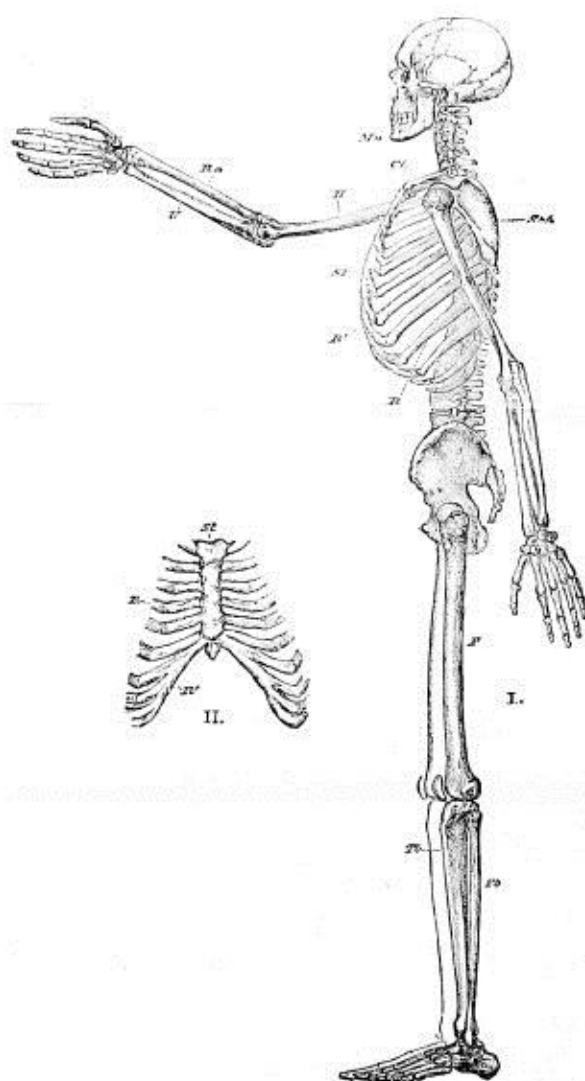
Книга максимально практична. Чтобы помочь студентам в распознавании звезд и созвездий, к ней прилагаются прекрасные небесные карты Араго, которые заменяют собой дорогостоящий атлас небес. Насколько известно издателям, это единственный учебник, обладающий таким преимуществом. В книге приведены инструкции по поиску наиболее интересных объектов на небе в определенные часы в разные вечера в течение года. Используются все средства, чтобы сделать

изучение интересным, и издатели уверены, что учителя, однажды попробовавшие эту книгу, не захотят менять ее ни на какую другую.

D. APPLETON & CO., ИЗДАТЕЛИ,  
549 & 551 BROADWAY, НЬЮ-ЙОРК.

## УЧЕБНИКИ ПО ЕСТЕСТВЕННЫМ НАУКАМ, *под редакцией* ПРОФЕССОРОВ ХАКСЛИ, РОСКО и БАЛФУРА СТЮАРТА.

### VI. ФИЗИОЛОГИЯ.



## ПОЛОЖЕНИЕ ПЛАСТИНЫ.

Рис. I. — СКЕЛЕТ ЧЕЛОВЕКА В ПРОФИЛЬ.

|                 |                               |                    |          |
|-----------------|-------------------------------|--------------------|----------|
| <i>Mn.</i>      | Нижняя челюсть.               |                    |          |
| <i>Грудина.</i> | Грудина.                      |                    |          |
| <i>R.</i>       | Рёбра.                        |                    |          |
| <i>R'.</i>      | Хрящи ребер.                  |                    |          |
| <i>Scp.</i>     | Лопатка.                      |                    |          |
| <i>Cl.</i>      | Ключица, или кость воротника. |                    |          |
| <i>H.</i>       | Плечевая кость.               | —В грудной клетке. |          |
| <i>Ra.</i>      | Лучевая кость.                |                    |          |
| <i>U.</i>       | Локтевая кость.               |                    |          |
| <i>F.</i>       | Бедренная кость.              |                    | —В руке. |
| <i>Tb.</i>      | Берцовая кость.               |                    |          |
| <i>Fb.</i>      | Малоберцовая кость.           |                    | —В ноге. |

Рис. II.

Вид спереди на грудину (*St.*) с хрящами ребер (*R'*) и частью самих ребер (*R*).

## Научные справочники.

# ФИЗИОЛОГИЯ.

М. Фостер, магистр искусств, доктор медицины, член Королевского общества,  
ЧЛЕН ТРИНИТИ-КОЛЛЕДЖА, КЕМБРИДЖ.

С ИЛЛЮСТРАЦИЯМИ.

НЬЮ-ЙОРК:  
Д. ЭППЛЕТОН И КОМПАНИЯ,  
549 и 551 Бродвей.  
1877.

## ПРЕДИСЛОВИЕ.

Данный учебник представляет собой попытку объяснить как можно проще некоторые из наиболее важных и общих фактов физиологии и может рассматриваться как введение в элементарные уроки профессора Гексли.

В своих описаниях и объяснениях я предполагал, что читатель готов обращаться с такими предметами, как мертвый кролик и сердце овцы, и исследовать их; я сознательно поступил так, поскольку все больше убеждаюсь, что для основательного изучения даже элементарной

физиологии необходимо непосредственное наблюдение за строением организмов, так же как для изучения химии необходимы непосредственные эксперименты. В то же время я постарался сделать свой текст понятным для тех, кто считает чтение словесных описаний менее утомительным, чем непосредственное наблюдение за предметами.

В столь элементарном труде мне показалось более желательным настаивать, даже с повторениями, на нескольких фундаментальных истинах, чем пытаться охватить всю широкую область физиологии. Поэтому я опустил все, что касается органов чувств и функций нервной системы, лишь упомянув о них в заключительной статье. Читатель должен изучить эти вопросы в «Элементарных уроках».

М. ФОСТЕР.

## СОДЕРЖАНИЕ.

СТАТЬЯ РАЗД.

|                     |                                                              | СТРАНИЦА           |
|---------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------|
| I.                  | <u>ВВЕДЕНИЕ.</u>                                             |                    |
| <a href="#">1.</a>  | “ Что такое физиология                                       | <a href="#">1</a>  |
| <a href="#">2.</a>  | “ Животные двигаются по собственной воле                     | <a href="#">1</a>  |
| <a href="#">3.</a>  | “ Животные теплокровные                                      | <a href="#">3</a>  |
| <a href="#">4.</a>  | “ Почему животные теплые и двигаются — они горят             | <a href="#">4</a>  |
| <a href="#">5.</a>  | “ Потребность в кислороде                                    | <a href="#">5</a>  |
| <a href="#">6.</a>  | “ Отходы                                                     | <a href="#">5</a>  |
| II.                 | <u>ЧАСТИ, ИЗ КОТОРЫХ СОСТОИТ ТЕЛО.</u>                       |                    |
| <a href="#">7.</a>  | “ Ткани                                                      | <a href="#">7</a>  |
| <a href="#">8.</a>  | “ Полые органы грудной клетки и брюшной полости              | <a href="#">9</a>  |
| <a href="#">9.</a>  | “ Позвоночный столб                                          | <a href="#">12</a> |
| <a href="#">10.</a> | “ Голова и шея                                               | <a href="#">15</a> |
| <a href="#">11.</a> | “ Нервы                                                      | <a href="#">18</a> |
| <a href="#">12.</a> | “ Общее расположение всех этих частей                        | <a href="#">19</a> |
| III.                | <u>ЧТО ПРОИСХОДИТ, КОГДА МЫ ДВИГАЕМСЯ.</u>                   |                    |
| <a href="#">13.</a> | “ Кости руки                                                 | <a href="#">21</a> |
| <a href="#">14.</a> | “ Строение локтевого сустава                                 | <a href="#">23</a> |
| <a href="#">15.</a> | “ Другие суставы в организме                                 | <a href="#">25</a> |
| <a href="#">16.</a> | “ Рука сгибается за счет сокращения двуглавой мышцы          | <a href="#">26</a> |
| <a href="#">17.</a> | “ Как воля заставляет бицепс сокращаться                     | <a href="#">32</a> |
| <a href="#">18.</a> | “ Способность мышцы сокращаться зависит от ее кровоснабжения | <a href="#">35</a> |
| <a href="#">19.</a> | “ Именно питательные вещества в крови дают мышцам силу       | <a href="#">37</a> |
| <a href="#">20.</a> | “ Постоянная потребность в пище                              | <a href="#">38</a> |
| IV.                 | <u>ПРИРОДА КРОВИ.</u>                                        |                    |

|                            |                                        |                           |
|----------------------------|----------------------------------------|---------------------------|
| <a href="#"><u>21.</u></a> | “ Кровь в капиллярах                   | <a href="#"><u>40</u></a> |
| <a href="#"><u>22.</u></a> | “ Кровяные тельца                      | <a href="#"><u>42</u></a> |
| <a href="#"><u>23.</u></a> | “ Свертывание крови                    | <a href="#"><u>45</u></a> |
| <a href="#"><u>24.</u></a> | “ Вещества, присутствующие в сыворотке | <a href="#"><u>48</u></a> |
| <a href="#"><u>25.</u></a> | “ Минералы в крови                     | <a href="#"><u>50</u></a> |

## V. [КАК ДВИЖЕТСЯ КРОВЬ.](#)

|                            |                                                                 |                           |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <a href="#"><u>26.</u></a> | “ Артерии, капилляры и вены                                     | <a href="#"><u>51</u></a> |
| <a href="#"><u>27.</u></a> | “ Сердце овцы                                                   | <a href="#"><u>55</u></a> |
| <a href="#"><u>28.</u></a> | “ Курс кровообращения                                           | <a href="#"><u>58</u></a> |
| <a href="#"><u>29.</u></a> | “ Почему кровь движется только в одном направлении; клапаны вен | <a href="#"><u>64</u></a> |
| <a href="#"><u>30.</u></a> | “ Трехстворчатые клапаны сердца                                 | <a href="#"><u>66</u></a> |
| <a href="#"><u>31.</u></a> | “ Легочные полулунные клапаны                                   | <a href="#"><u>71</u></a> |
| <a href="#"><u>32.</u></a> | “ Левая сторона сердца                                          | <a href="#"><u>72</u></a> |
| <a href="#"><u>33.</u></a> | “ Что заставляет кровь двигаться: биение сердца                 | <a href="#"><u>76</u></a> |
| <a href="#"><u>34.</u></a> | “ Действие сердца в целом                                       | <a href="#"><u>79</u></a> |
| <a href="#"><u>35.</u></a> | “ Капилляры и ткани                                             | <a href="#"><u>82</u></a> |

## VI. [КАК КРОВЬ ИЗМЕНЯЕТСЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВОЗДУХА: ДЫХАНИЕ.](#)

|                            |                                                                           |                            |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <a href="#"><u>36.</u></a> | “ Венозная и артериальная кровь                                           | <a href="#"><u>85</u></a>  |
| <a href="#"><u>37.</u></a> | “ Изменение от артериальной к венозной и от венозной к артериальной крови | <a href="#"><u>87</u></a>  |
| <a href="#"><u>38.</u></a> | “ Легкие                                                                  | <a href="#"><u>88</u></a>  |
| <a href="#"><u>39.</u></a> | “ Обновление воздуха в легких. Как опускание диафрагмы расширяет легкие   | <a href="#"><u>90</u></a>  |
| <a href="#"><u>40.</u></a> | “ Естественное расширение легких. Вдох. Выдох                             | <a href="#"><u>91</u></a>  |
| <a href="#"><u>41.</u></a> | “ Как опускается диафрагма                                                | <a href="#"><u>96</u></a>  |
| <a href="#"><u>42.</u></a> | “ Грудь также увеличивается за счет движений ребер и грудины              | <a href="#"><u>98</u></a>  |
| <a href="#"><u>43.</u></a> | “ Дыхание — произвольное действие                                         | <a href="#"><u>100</u></a> |
| <a href="#"><u>44.</u></a> | “ Воздух, вдыхаемый и выдыхаемый; неподвижный воздух                      | <a href="#"><u>101</u></a> |

## VII. [КАК ПИЩА ВЛИЯЕТ НА КРОВЬ: ПИЩЕВАРЕНИЕ.](#)

|                            |                                                          |                            |
|----------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------|
| <a href="#"><u>45.</u></a> | “ Почему внутренняя часть рта всегда красная и влажная   | <a href="#"><u>103</u></a> |
| <a href="#"><u>46.</u></a> | “ Почему кожа иногда влажная. Потовые железы             | <a href="#"><u>106</u></a> |
| <a href="#"><u>47.</u></a> | “ Слизистая оболочка пищеварительного канала и ее железы | <a href="#"><u>109</u></a> |
| <a href="#"><u>48.</u></a> | “ Слюнные железы, поджелудочная железа и печень          | <a href="#"><u>111</u></a> |
| <a href="#"><u>49.</u></a> | “ Продукты питания                                       | <a href="#"><u>113</u></a> |
| <a href="#"><u>50.</u></a> | “ Как изменяются белки и крахмал                         | <a href="#"><u>115</u></a> |
| <a href="#"><u>51.</u></a> | “ Молочные и лимфатические сосуды                        | <a href="#"><u>117</u></a> |
| <a href="#"><u>52.</u></a> | “ Что происходит с пищевыми веществами                   | <a href="#"><u>120</u></a> |

## VIII. [КАК КРОВЬ ИЗБАВЛЯЕТСЯ ОТ ОТХОДОВ.](#)

|                            |                                        |                            |
|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|
| <a href="#"><u>53.</u></a> | “ Необходимость избавляться от отходов | <a href="#"><u>123</u></a> |
|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|

|                     |                                                     |                     |
|---------------------|-----------------------------------------------------|---------------------|
| <a href="#">54.</a> | “ Почки избавляются от аммиака в виде мочевины      | <a href="#">125</a> |
| <a href="#">55.</a> | <a href="#">IX. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ВСЕЙ ИСТОРИИ.</a> | <a href="#">127</a> |
| <a href="#">56.</a> | <a href="#">X. КАК МЫ ЧУВСТВУЕМ И ЧТО МЫ ХОТИМ.</a> | <a href="#">130</a> |

# НАУЧНЫЕ ПОДРУЧНИКИ.

## ФИЗИОЛОГИЯ.

### ВВЕДЕНИЕ. § I.

1. Бывало ли вам когда-нибудь зимним днем, когда земля была твердая, как камень, пруды замерзли, а все вокруг было холодным и неподвижным, останавливаться на мгновение, когда вы бегали по дороге или катались на коньках по льду, чтобы поразмыслить над собой и задать себе два вопроса: «Почему мне так тепло, когда все вокруг меня — земля, деревья, вода и воздух — так холодно? Как это я могу двигаться, бегать, ходить, прыгать, когда вокруг меня ничего не шевелится, кроме, может быть, одинокой птицы, тщетно ищущей пищу?»

Ни вы, ни кто-либо другой не может полностью ответить на эти два вопроса, но мы можем ответить на них частично, и знание, которое помогает нам найти ответ, называется **физиологией**.

2. **Вы можете двигаться по собственной воле.** Вам не нужно ждать, как ветки или листья, пока на вас подует ветер, или, как камни, пока кто-нибудь вас не сдвинет. Птица тоже может двигаться по своей собственной воле, как и собака, как и любое животное, пока оно живо. Если вы оставите камень в каком-то конкретном месте, вы ожидаете найти его там же, когда вернетесь к нему через долгое время; если этого не произойдет, вы скажете, что кто-то или что-то его переместило. Но если вы положите воробья или мышь на лужайку, вы знаете, что, как только вы отвернетесь, они исчезнут.

Все животные двигаются сами по себе. Но только пока они живы. Когда вы находите на дороге тело змеи, первое, что вы делаете, — это трогаете его палкой. Если оно двигается только тогда, когда вы его трогаете, и настолько, насколько вы его трогаете, как кусок веревки, вы говорите, что оно мертво. Но если, когда вы его трогаете, оно само шевелится, извивается и, возможно, в конце концов уползает, вы знаете, что оно живое. Каждое живое существо, какого бы вида оно ни было, от вас самих до мельчайшего существа, которое плавает в маленьком водоеме и которое невозможно увидеть без микроскопа, движется само по себе. Оставленное самому себе, оно движется и отдыхает, отдыхает и движется; при малейшем прикосновении оно уходит, бежит, летит, ползет, ползает или плавает.

Нечто подобное иногда происходит с неодушевленными предметами. Когда камень аккуратно уравновешен на вершине высокой стены, одного прикосновения достаточно, чтобы он упал на землю. Но когда он достигает земли, он останавливается, и если вы хотите повторить трюк, вам нужно снова поднять камень на вершину стены. Вы знаете игрушку в виде мышки, которая, когда вы касаетесь ее в определенном месте, убегает, как будто сама по себе, как будто она живая. Но она скоро останавливается, и когда она остановилась, вы можете касаться ее снова и снова, но она не будет двигаться дальше ( ). Только после того, как вы ее заведете, она снова начнет двигаться, как раньше. И каждый раз, когда вы хотите, чтобы она бежала, вы должны заводить ее заново.

Живые животные двигаются снова и снова, но им не нужно заводить их, потому что они всегда заводятся сами. Действительно, по мере продвижения в наших исследованиях мы начнем рассматривать наши собственные тела и тела всех животных как деликатные механизмы со всевозможными пружинами, которые всегда разматываются, но всегда заводятся снова.

**3. Вам тепло;** прекрасно тепло, даже в самый холодный зимний день, если вы много бегали; очень тепло, если вы хорошо укутаны одеждой, которая, как вы говорите, защищает от холода, но на самом деле сохраняет тепло внутри. Кровать, в которую вы ложитесь ночью, может быть холодной, но она теплая, когда вы встаете с нее утром. Ваше тело похоже на огонь, согревающий себя и все вокруг.

Птицы тоже теплые, как и собаки, лошади и все четвероногие животные, которых вы знаете. Однако некоторые животные, такие как рептилии, лягушки, рыбы, улитки, насекомые и т. п., не кажутся теплыми, когда вы их трогаете. Но на самом деле они всегда немного теплые, а иногда становятся довольно теплыми. Если бы вы поместили термометр в улей с пчелами, когда они заняты, вы бы обнаружили, что они действительно очень теплые. Все животные более или менее теплые, пока они живы, а некоторые из них, такие как птицы и четвероногие животные, очень теплые. Но только пока они живы; после смерти они быстро остывают. Когда вы находите птицу, лежащую на траве совершенно неподвижно, не шевелящуюся при прикосновении, чтобы убедиться в ее смерти, вы ее прощупываете. Если она совсем холодная ( ), вы говорите, что она уже давно мертва; если она еще теплая, вы говорите, что она только что умерла — возможно, едва умерла и еще может ожить.

**4. Вы теплые и двигаетесь самостоятельно. Вы можете двигаться, потому что вы теплые; вы теплые, чтобы вы могли двигаться. Как это происходит?** Подумайте на мгновение о чем-то, что не является животным, но что теплое и двигается, что движется только тогда, когда теплое, и что теплое, чтобы оно могло двигаться. Я имею в виду паровоз. Что заставляет двигатель двигаться? Горящий кокс или уголь, тепло которого превращает воду в пар и приводит в движение поршень, в то же время нагревая весь двигатель. Вы знаете, что для того, чтобы двигатель проделал такую большую работу, прошел столько миль, необходимо сжечь столько угля, чтобы он продолжал работать, его необходимо «подпитывать» свежим углем, и все время, пока он работает, он теплый: когда его запас угля исчерпывается, он останавливается и, как мертвое животное, остывает.

Что ж, ваше тело, как и паровой двигатель, движется и теплое, потому что в нем всегда горит огонь. Этот огонь, как и топка двигателя, время от времени нуждается в свежем топливе, только ваше топливо — не уголь, а пища. Ваше тело отличается от парового двигателя в трех аспектах. Во-первых, вы не используете огонь для превращения воды в пар, а совсем по-другому, как мы увидим далее. Во-вторых, ваш огонь — это не сжигание сухого угля, а влажной пищи, сжигание, которое, хотя и является окислением (Химический справочник, ст. 5), происходит в воде и протекает без выделения света. В-третьих, пища, которую вы принимаете, не сжигается в отдельной части вашего тела, в печи, подобной печи двигателя, предназначенной для этой цели. Пища становится неотъемлемой частью вашего тела, и все ваше тело сжигается по частям.

Таким образом, именно сжигание или окисление пищи внутри вашего тела или как часть вашего тела позволяет вам двигаться и сохранять тепло. Если вы пытаетесь обходиться без пищи, вы становитесь холодными, слабыми, вялыми и слишком слабыми, чтобы двигаться. Если вы принимаете правильное количество правильной пищи, вы сможете получить максимальную отдачу от двигателя, вашего тела; и если вы правильно работаете своим телом, вы можете согреться в самый холодный зимний день, без необходимости искусственного огня.

**5. Но если это так, то для окисления пищи вам нужен кислород.** Огонь двигателя гаснет, если его не подпитывать воздухом, а не только топливом. То же самое произойдет и с вашим огнем. Если бы вы были заперты в герметичной комнате, кислород в ней стал бы уменьшаться с момента вашего входа в комнату, поскольку вы бы его расходовали; через некоторое время окисление

вашего тела замедлилось бы, и вы скоро умерли бы от недостатка свежего кислорода (см. «Введение в химию», стр. 14).

На протяжении всей своей жизни вы нуждаетесь в свежем кислороде, вы должны всегда дышать свежим воздухом, чтобы в вашем теле происходило окисление, которое дает вам силу и тепло.

6. Когда свеча горит (Chemistry Primer, стр. 6), она превращается в углекислый газ и воду. Когда горит дерево или уголь, мы также получаем пепел. Если бы вы взяли всю свою ежедневную пищу и высушили ее, она тоже сгорела бы, превратившись в пепел, углекислый газ и воду (с одним или двумя другими веществами, о которых мы поговорим позже).

Ваше тело постоянно выделяет углекислый газ (Введение в химию, эксперимент 7). Ваше тело постоянно выделяет воду через легкие, как можно видеть, когда вы дышите на стакан, через кожу и почки; и мы увидим, что мы всегда выделяем больше воды, чем потребляем с пищей или напитками. Ваше тело также ежедневно выделяет через почки и кишечник вещества, которые не являются именно пеплом, но очень похожи на него. Мы не окисляем нашу пищу до состояния пепла, но почти до этого; мы сжигаем ее до веществ, которые больше не нужны для окисления в организме и которые, будучи бесполезными, выводятся из организма в виде отходов.

На этом рассказ закончен. С помощью кислорода из воздуха, который вы вдыхаете при дыхании, вы окисляете пищу, находящуюся в вашем организме. Вы избавляетесь от воды, углекислого газа и других отходов, которые остаются после окисления, а в результате окисления вы получаете тепло, которое согревает вас, и энергию, которая позволяет вам двигаться.

Таким образом, на протяжении всей своей жизни вы постоянно нуждаетесь в кислороде и пище. Кислород вы вдыхаете с каждым вздохом, пищу — с каждым приемом пищи. Как вы избавляетесь от отходов, мы увидим далее.

Если бы вы жили, как один древний философ, в большой паре тонких весов, вы бы обнаружили, что весы, на которых вы находились, опускались бы при каждом приеме пищи и постепенно поднимались между ними, когда вы становились легче и голоднее. Если бы вы потребляли больше пищи, чем вам нужно, так что она не могла бы полностью окислиться, она оставалась бы в вашем организме как часть вашей плоти, и вы бы становились тяжелее и полнее с каждым днем; если бы она была меньше, вы бы худели и становились легче; если бы она была ровно столько, сколько вам нужно, и не больше, вы бы оставались день за днем с точно таким же весом, а весы, на которых вы сидели, поднимались бы между приемами пищи настолько же, насколько опускались во время еды.

В этом учебнике мы должны узнать: как пища становится неотъемлемой частью вашего тела; как она окисляется; как окисление дает вам энергию для движения; как вы можете двигаться всеми возможными способами, когда хотите, как хотите и сколько хотите.

Прежде всего, мы должны узнать что-нибудь о строении вашего тела, из каких частей оно состоит и как эти части соединяются между собой.

## **ЧАСТИ, ИЗ КОТОРЫХ СОСТОИТ ТЕЛО. § II.**

7. Когда вы хотите слепить снеговика, вы берете один большой ком снега, чтобы сделать тело или туловище. Его вы кладете на два более тонких кома, которые служат ногами. Ближе к верху туловища вы втыкаете по бокам еще по одному тонкому комку — это будут две руки; и, наконец, на самом верху туловища вы помещаете круглый ком, который будет головой. Голова, туловище и конечности, *то есть* ноги и руки, вместе составляют полное тело.

У вашего снеговика все эти части одинаковы, все шары из снега различаются только размером и формой; но в вашем собственном теле голова, туловище и конечности совершенно не похожи друг на друга, как вы легко можете убедиться, разложив их на части. Конечно, вы не можете

разложить на части свое собственное тело, но вы легко можете сделать это с мертвым кроликом. Допустим, вы берете одну из конечностей, скажем, ногу, для начала.

Прежде всего, снаружи есть **кожа** с волосами. Если вы аккуратно разрежете ее ножом или ножницами и снимите, то обнаружите, что внутри она гладкая и блестящая. Под кожей вы увидите то, что называете **мясом**, более бледным, не таким красным, как мясо говядины или баранины, но все же очень похожим на него. Мясо может быть покрыто небольшим **слоем жира**. В овечьей ноге, которую вы видите у мясника, жира довольно много, а в кроличьей — очень мало.

Эту красноватую мякоть вы должны отныне называть **мышцей**. Если вы немного потянете ее, то обнаружите, что ее можно легко разделить на кусочки или полоски, идущие по длине ноги, каждая из которых крепко прикреплена на обоих концах, но свободна между ними. Каждая полоска — это то, что называется **мышцей**. Вы заметите, что многие из этих мышц соединены, иногда только на одном конце, иногда на обоих, с белыми или голубовато-белыми блестящими шнурами или полосками, явно сделанными из другого материала, чем сама мышца. Они не мягкие и мясистые, как мышцы, а твердые и жесткие. Это **сухожилия**. Иногда они широкие и короткие, иногда тонкие и длинные.

Когда вы будете отделять эти мышцы друг от друга, вы увидите (проходящие по ноге между ними) маленькие белые мягкие нити, которые очень часто разветвляются и становятся слишком маленькими, чтобы их можно было увидеть. Это **нервы**. Между мышцами также находятся другие маленькие шнуры, красные или красновато-черные, и если их уколоть, то вытечет капля или несколько капель крови. Это **вены**, и на самом деле это не шнуры или нити, а полые трубки, заполненные кровью. Рядом с венами лежат похожие маленькие трубки, содержащие очень мало крови или не содержащие ее вовсе. Это **артерии**. **Вены и артерии ( )** вместе называются **кровеносными сосудами**, и вам будет легко понять, что более крупные из них, которые вы видите, на самом деле являются полыми трубками. Наконец, если вы еще больше раздвинете мышцы, то обнаружите твердую **кость** в середине ноги, и, если присмотреться, то увидите, что многие мышцы прикреплены к этой кости.

Теперь попробуйте вернуть все на место, и вы обнаружите, что, хотя вы не разрезали, не разорвали и не сломали ни мышцы, ни кровеносные сосуды, ни кости, вы не можете вернуть все на место. Все выглядит «беспорядочно». Отчасти это потому, что, хотя вы не разорвали ни мышцы, ни кровеносные сосуды, вы разорвали то, что связывает кожу, мышцы, жир, кровеносные сосуды и кости воедино; и если вы посмотрите еще раз, то увидите, что между ними есть нежная волокнистая субстанция, которая связывает и удерживает их все вместе, точно так же, как вата используется для упаковки хрупких игрушек и инструментов. Это волокнистое упаковочное вещество, которое вы разорвали и испортили, называется **соединительным**, потому что оно соединяет все части вместе.

Итак, в ноге (и то же самое в руке) у нас есть кожа, жир, мышцы, сухожилия, кровеносные сосуды, нервы и кости, все скрепленные соединительной тканью и покрытые кожей. Все это вместе образует прочную ногу. Мы можем говорить о них как о **тканях** ноги.

**8.** Если теперь вы обратитесь к туловищу и разрежете кожу живота, то сначала вы снова увидите мышцы, с нервами и кровеносными сосудами, как и раньше. Но когда вы аккуратно разрежете мышцы (потому что здесь их нелегко отделить друг от друга), вы наткнетесь на то, чего не находили в



Рис. 1. — Внутренние органы кролика, видимые при простом вскрытии полостей грудной клетки и брюшной полости без дальнейшего рассечения.

А — полость грудной клетки, плевральная полость с обеих сторон; В — диафрагма; С, желудочки сердца; D, предсердия; E, легочная артерия; F, аорта; G, легкие, сжатые и занимающие только заднюю часть грудной клетки; H, боковые части плевральных мембран; I, хрящ на конце грудины; K, часть стенки тела, оставшаяся между грудной клеткой и брюшной полостью; а, обрезанные концы ребер; L, печень, в данном случае расположенная больше слева, чем справа от тела; M, желудок; N, двенадцатиперстная кишка; O, тонкий кишечник; P, слепая кишка, очень развитая у этого и других травоядных животных; Q, толстый кишечник.

нога, **большая полость**. Это нечто совершенно новое — в ноге нет ничего подобного — большая полость, полностью заполненная чем-то, но все же большая полость; и если вы разрежете кролика поперек передней части туловища и отвернете или отрежете боковые части, как показано на [рис. 1](#), вы увидите, что все туловище **полое** от верха до низа, от шеи до ног.

Если вы посмотрите внимательно, то увидите, что полость разделена на две части поперечной перегородкой ([рис. 1](#), B), называемой **диафрагмой**. Часть **ниже** диафрагмы — большая из двух и

называется брюшной полостью ( ); в ней вы увидите большую темно-красную массу, которая является **печенью** (L). Рядом с печенью находится гладкий бледный **желудок** (M), а остальную часть брюшной полости занимают извитые кишечные петли, очень узкие в некоторых местах (O) и очень широкие (P Q), даже шире желудка, в других. Если вы потянете кишечник в одну сторону, что можно легко сделать, то под ним обнаружите два небольших коричневатых узелка, по одному с каждой стороны. Это **почки**.

В меньшей полости **над** диафрагмой, называемой **грудной клеткой** или грудью, вы увидите в центре **сердце** (C), а по обеим сторонам сердца два розовых органа, которые при нажатии кажутся губчатыми. Это два **легких** (G). Вы заметите, что сердце и легкие не заполняют полость грудной клетки так же, как печень, желудок, кишечник и т. д. заполняют полость живота. Фактически, в грудной клетке, кажется, есть большое пустое пространство. Но, как мы увидим далее, легкие полностью заполняли грудную клетку до того, как вы ее открыли, но сильно сжались, как только вы ее разрезали, и поэтому оставили большое пространство, которое вы видите.

9. Таким образом, туловище представляет собой большую камеру, содержащую так называемые **внутренние органы**, и разделенную на верхнюю и нижнюю половины, причем верхняя половина заполнена сердцем и легкими, а нижняя — печенью, желудком, кишечником и некоторыми другими органами. Спереди брюшная полость покрыта только кожей и мышцами. Но если бы все стороны туловища были сделаны из такого мягкого материала, оно было бы просто мешком, который никогда не мог бы сохранить свою форму, если бы не был полностью наполнен. Некоторые его части должны быть укреплены и упрочнены. И действительно, туловище — это не мешок с мягкими податливыми сторонами, а коробка со стенками, которые частично твердые и жесткие. Вы заметили, что, разрезая переднюю часть грудной клетки, вам пришлось прорезать несколько твердых участков. Это были **ребра** ([рис. 1](#), а), состоящие либо из твердой кости, либо из более мягкого хрящевого вещества, называемого **хрящом**. И если вы удалите все внутренние органы из полости туловища и проведете пальцем по задней части полости, вы почувствуете твердую часть на всем протяжении от шеи до ног. Это **позвоночник** или **позвоночный столб**. Когда вы хотите, чтобы соломенный человек стоял прямо, вы продеваете через него шест, чтобы он мог удержаться. Позвоночник является такой опорой для вашего тела, не давая туловищу развалиться.

В брюшной полости не требуется ничего больше, кроме этого позвоночника, поскольку боковые и передние части полости покрыты только кожей и мышцами. В грудной клетке боковые части укреплены ребрами, длинными тонкими костными дугами, которые крепятся к позвоночнику сзади и соединяются спереди в твердой жесткой части, частично состоящей из кости, частично из хряща, называемой **грудной**.

Но этот позвоночник не состоит из одного длинного прямого куска кости. Если бы это было так, вы никогда не смогли бы согнуть свое тело. Чтобы вы могли это делать, он состоит из множества маленьких плоских круглых кусочков кости, уложенных друг на друга, с плоскими сторонами, тщательно соединенными между собой, как множество пробок, склеенных вместе. Каждый из этих маленьких круглых плоских кусочков позвоночника называется **позвонком** и имеет очень своеобразную форму. Представьте, что вы взяли пробку из кости и прикрепили к одной из ее сторон кольцо из кости. Это будет представлять собой позвонок. Твердая пробка называется **телом**, а полые кольца — **дугой** позвонка. Теперь, если вы сложите несколько таких тел друг на друга, так чтобы тела соединились, а кольца соединились, вы получите нечто очень похожее на позвоночный столб (см. [фронтиспис](#), а также [рис. 2](#)). Корпуса или тела образуют прочную сочлененную опору, а кольца или дуги вместе образуют туннель или канал. И это действительно то, что вы видите в позвоночнике. Только каждый позвонок не имеет точно такой же формы, как корпус и кольцо; тело очень похоже на корпус, но дуга неровная и зазубренная, а тела соединены между собой особым образом. Тем не менее, все тела позвонков вместе образуют

прочную опору, которая поддерживает туловище, а дуги образуют туннель или канал, который называется **позвоночным каналом** ([рис. 2](#), C.S.), назначение которого мы увидим

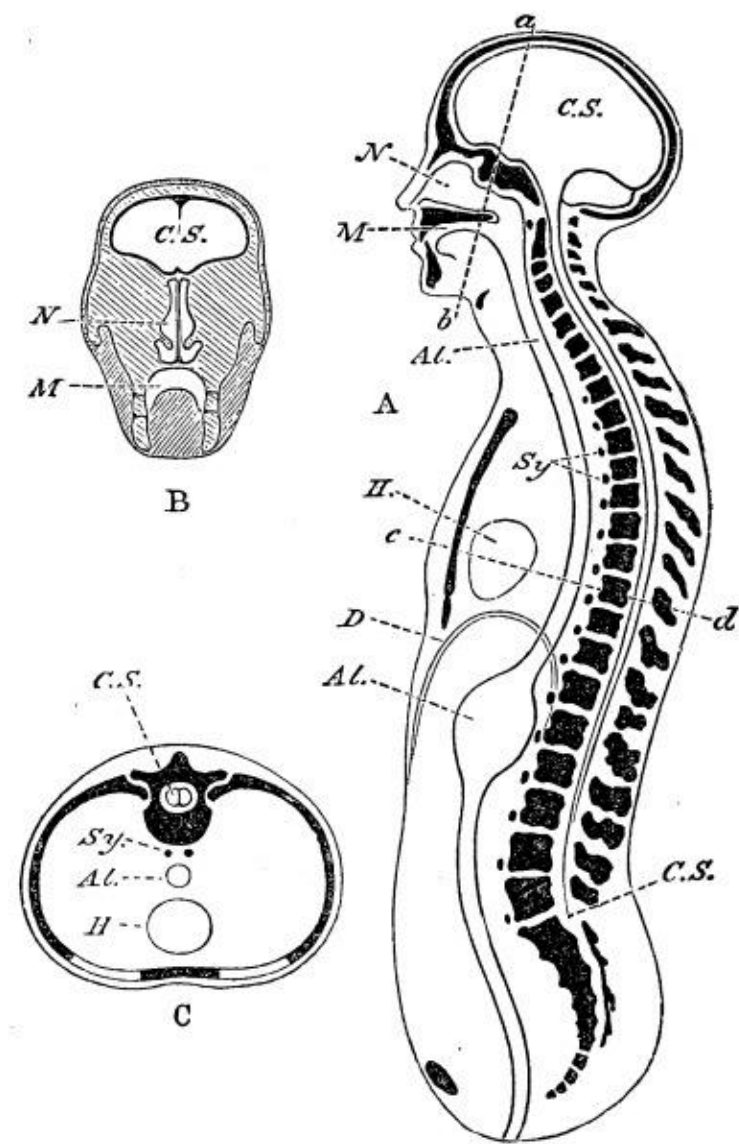


Рис. 2.

A, схематическое изображение человеческого тела, разрезанного пополам в продольном направлении. C.S., полость головного и спинного мозга; N, полость носа; M, полость рта; Al. Al., пищеварительный канал, представленный в виде простой прямой трубки; H, сердце; D, диафрагма.

B, поперечное вертикальное сечение головы по линии a b; буквы как и ранее.

C, поперечное сечение, взятое по линии c d; буквы как и ранее.

непосредственно. Круглое плоское тело каждого позвонка повернуто кпереди, к полости туловища ( ), и именно ряд позвонковых тел вы ощущаете как твердый гребень, когда проводите пальцами по спине животного. Дуги находятся на задней стороне тел, поэтому их нельзя прощупать в брюшной полости; но если повернуть кролика на живот и провести пальцем по его спине, то через кожу можно прощупать (то же самое можно прощупать и на своем теле) острый край, образованный так называемыми остистыми отростками, *т. е.* неровными концами дуг позвонков ([рис. 2](#)) по всей длине спины.

Итак, что же на самом деле находится в туловище. Впереди — большая полость, содержащая внутренние органы и окруженная в верхней части, или грудной клетке, костными дугами, но не (или лишь незначительно) в нижней части, или брюшной полости; сзади — гораздо меньшая длинная узкая полость или канал, образованный дугами позвонков, и поэтому окруженный костью по всей длине, и содержащий то, что мы сейчас увидим; и между этими двумя полостями, отделяющими одну от другой, — прочная опора из кости ( ), образованная телами позвонков. Таким образом, если бы вы взяли поперечный срез, или поперечное сечение, как его называют, кролика поперек грудной клетки, вы получили бы нечто подобное тому, что изображено на [рис. 2, С](#), где С.С. — узкий канал арок, а широкая полость грудной клетки, содержащая сердце Н, окружена ребрами, простирающимися от позвонков сзади до грудины спереди. Обе полости снаружи покрыты мышцами, кровеносными сосудами, нервами, соединительной тканью и кожей, как и в ноге.

**10.** Теперь мы должны рассмотреть **голову и шею**. Если вы разрежете кожу шеи кролика, то сначала увидите мышцы и нервы, а также несколько крупных кровеносных сосудов, но не найдете большой полости, подобной той, что находится в туловище. До сих пор шея похожа на ногу. Но если вы посмотрите внимательно, то увидите две трубки, которые не являются кровеносными сосудами и которых вы нигде не видели в ноге. Одна из этих трубок твердая, с твердыми кольцами внутри; это **трахея**; другая мягкая, и ее стороны плоско прилегают друг к другу; это **пищевод**, ведущий от рта к желудку. За ними и за мышцами, в которых они проходят, вы найдете, как и в туловище, позвоночный столб без ребер, но состоящий из тел, а за телами находится позвоночный канал. Этот позвоночный столб и позвоночный канал в шее являются просто продолжением позвоночного столба и канала туловища.

**Таким образом, шея отличается от ноги наличием позвоночного столба и канала с трахеей и пищеводом, а от туловища — отсутствием полости и ребер.**

Голова, в свою очередь, не похожа ни на одну из них. Действительно, вы не поймете, как устроена голова, если не возьмете череп кролика и не положите его рядом с головой кролика. Если вы это сделаете, то сразу увидите, как сформированы рот и горло. **Вы заметите, что череп представляет собой единое целое**, за исключением кости, которую вы сразу же узнаете как челюстную кость, или, точнее говоря, нижнюю **челюстную кость**, поскольку челюстных костей две. Обе они несут зубы, но верхняя является просто частью черепа и не двигается, а нижняя двигается; она может плотно примыкать к верхней челюсти или отклоняться от нее на значительное расстояние ( ). Промежуток между двумя челюстями — это щель или раскрытие рта, которое, как вы знаете, можно открывать или закрывать по желанию. Если вы попробуете это на себе, то обнаружите, что, как и у кролика, при открытии или закрытии рта движется нижняя челюсть. Верхняя челюсть не двигается вообще, за исключением случаев, когда движется вся голова. Под черепом, в верхней части шеи, рот сужается в горло, в верхнюю часть которого открывается полость носа. Таким образом, в горло есть два входа: один через рот, а другой через нос ([рис. 2](#)).

В задней части черепа вы увидите округлое отверстие, и если вы просунете в него шило, то обнаружите, что оно ведет в большое полое пространство внутри черепа. У живого кролика это полое пространство заполнено **мозгом**. Череп, по сути, представляет собой костную коробку, в которой находится мозг, костную коробку для мозга. Эта костная коробка прилегает к верхней части позвонков шеи таким образом, что округлое отверстие, о котором мы только что говорили, расположено точно над вершиной туннеля или канала, образованного кольцами или дугами позвонков. Если продеть проволоку через дугу самого нижнего позвонка, то ее можно продвинуть вверх через канал, образованный дугами всех позвонков, прямо в полость мозга. Фактически, черепная коробка и ряд арок позвонков вместе образуют один канал, который представляет собой узкую трубку в спине и шее, но расширяется в голове в широкое округлое пространство ([рис. 2, А и В, С.С.](#)). При жизни этот канал заполнен особым белым нежным материалом, который

называется **нервной тканью**. Округлая масса этого материала, заполняющая полость черепа, называется **мозгом**; более узкая, стержнеобразная или лентообразная масса, проходящая по позвоночному каналу в шее и спине, называется **спинным мозгом**. Они имеют разные названия, но на самом деле соединены между собой, и округлый мозг сужается в лентообразный спинной мозг таким образом, что трудно сказать, где начинается один и заканчивается другой.

**11.** В черепе, помимо больших отверстий, о которых мы говорили, вы найдете несколько маленьких отверстий, ведущих извне черепа внутрь черепной коробки. Некоторые из этих отверстий заполнены кровеносными сосудами, но в других проходят тонкие белые нити или шнуры, которые вы уже научились называть нервами. **Нервы — это фактически ветви нервной ткани, отходящие от головного или спинного мозга.** Нервы, отходящие от головного мозга, проходят через отверстия в черепе и на первый взгляд кажутся очень неравномерно распределенными. Нервы, отходящие от спинного мозга, расположены гораздо более равномерно. Нерв выходит с каждой стороны между каждыми двумя позвонками, для чего в местах соединения позвонков остаются небольшие округлые промежутки, так что, когда вы смотрите на спинной мозг с частями нервов, все еще соединенными с ним, он похож на двойной гребень с рядом зубцов с каждой стороны. Нервы, которые таким образом отходят от спинного мозга, называются **спинномозговыми нервами**, и вскоре после того, как они покидают позвоночный канал, они делятся на ветви и распространяются почти по всему телу. В любом участке кожи или ткани, который вы исследуете, неважно, в какой части тела, вы найдете нервы и кровеносные сосуды. Если проследить нервы в одном направлении, вы увидите, что они соединяются, образуя более крупные нервы, которые, в свою очередь, соединяются с другими, пока, наконец, все не заканчивается либо в спинном мозге ( ), либо в головном мозге. Если проследить те же нервы в другом направлении, вы увидите, что они ветвятся на все более мелкие нервы, пока не становятся слишком мелкими, чтобы их можно было увидеть. Если взять микроскоп, вы увидите, что они становятся все мельче и мельче, пока не превращаются в самые тонкие нити.

Кровеносные сосуды аналогичным образом соединяются в все более крупные трубки, которые, как мы увидим, заканчиваются в сердце. **Каждая часть тела, за некоторыми исключениями, заполнена нервами и кровеносными сосудами. Все нервы исходят из головного или спинного мозга, а сосуды — из сердца. Таким образом, каждая часть тела управляется двумя центрами: сердцем и головным или спинным мозгом.** Вы поймете, насколько важно помнить об этом, когда мы продвинемся немного дальше в наших исследованиях.

**12.** Итак, тело устроено следующим образом. Сначала идет голова. В ней находится череп, покрытый кожей и мясом, в котором находится мозг. Череп опирается на верхнюю часть позвоночника, где голова соединяется с шеей. В верхней части шеи горло делится на две трубки — одну — трахею, другую — пищевод. Они проходят по шее перед позвоночным столбом, покрытые множеством мышц, и, дойдя примерно до уровня плеч, переходят в большую полость тела, сначала в ее верхнюю часть, или грудную клетку.

Здесь трахея заканчивается в легких, но пищевод проходит прямо через грудную клетку, прилегая к позвоночнику, и через отверстие в диафрагме попадает в брюшную полость, где расширяется ( ) и переходит в желудок. Затем он снова сужается, превращаясь в кишечник, и, извиваясь внутри брюшной полости, в конце концов покидает ее.

Вы видите, что **пищеварительный канал** (так называется эта длинная трубка, состоящая из пищевода, желудка, кишечника и т. д.) **проходит прямо через полость тела, не открываясь в нее** — очень похоже на то, как высокий узкий стеклянный стакан лампы проходит через большой стеклянный шар. Вы можете налить что угодно в узкий стакан, и это не попадет в стеклянный шар, и вы можете наполнить стеклянный шар, оставив узкий стакан совершенно пустым. Если вы представите себе, что оба стакана мягкие и гибкие, а не твердые и жесткие, и предположите, что узкий стакан очень длинный и извивается так, что почти заполняет шарообразный стакан, вы получите очень хорошее представление о том, как пищевод расположен в полости тела.

Помимо пищеварительного канала, в грудной клетке, в дополнение к трахее и легким, находится сердце с его большими сосудами, а в брюшной полости — печень, почки и другие органы.

Эти две большие полости со всем, что находится внутри них, вместе с оболочками из плоти и кожи, которые составляют стенки полостей, образуют туловище, к которому прикреплены сочлененные ноги и руки. В них нет больших полостей, и пищеварительный канал не проходит рядом с ними.

Еще одна вещь, на которую нужно обратить внимание. Есть только один пищеварительный канал, одна печень, одно сердце, но есть две почки и два легких, одно с одной стороны, другое с другой, и одно очень похоже на другое. Есть две руки и две ноги, одна почти точно такая же, как другая. Есть только одна голова, но одна сторона головы почти точно такая же, как другая. Одна сторона позвоночника точно такая же, как другая, — как и две половины мозга и две половины спинного мозга.

Фактически, если бы вы разрезали кролика пополам от носа до хвоста, вы бы обнаружили, что, за исключением пищеварительного тракта, сердца и печени, одна половина почти точно соответствует другой.

Такова структура кролика, и ваше собственное тело во всех упомянутых мной аспектах устроено точно так же.

### ЧТО ПРОИСХОДИТ, КОГДА МЫ ДВИГАЕМСЯ. § III.

**13.** Вернёмся теперь к вопросу. **Как мы можем двигаться так, как мы двигаемся?** И прежде всего давайте возьмём одно конкретное движение и попробуем понять его.

Например, вы можете согнуть руку. Вы знаете, что когда ваша рука лежит на столе, вы можете, если хотите, согнуть нижнюю часть руки (предплечье, как его называют, от локтя до кисти) на плече, пока пальцы не коснутся плеча. Как вам это удастся?

Посмотрите на кости руки в скелете. ([Фронтиспис](#); также [рис. 3.](#)) Вы увидите, что в плечевой кости есть одна довольно большая кость (*H*), простирающаяся от плеча до локтя, а в предплечье их две, одна (*U*) шире и крепче другой (*Ra*) в локте, но меньше и тоньше в запястье. Кость в верхней части руки называется **плечевой костью**; кость в предплечье, которая самая крепкая в локте, называется **локтевой костью**; кость, которая самая крепкая в запястье, называется **лучевой костью**. Если вы посмотрите внимательно, то увидите, что конец плечевой кости в области локтя имеет любопытную округлую форму, а конец локтевой кости в области локтя имеет любопытную выемчатую форму, так что одна кость свободно входит в другую.

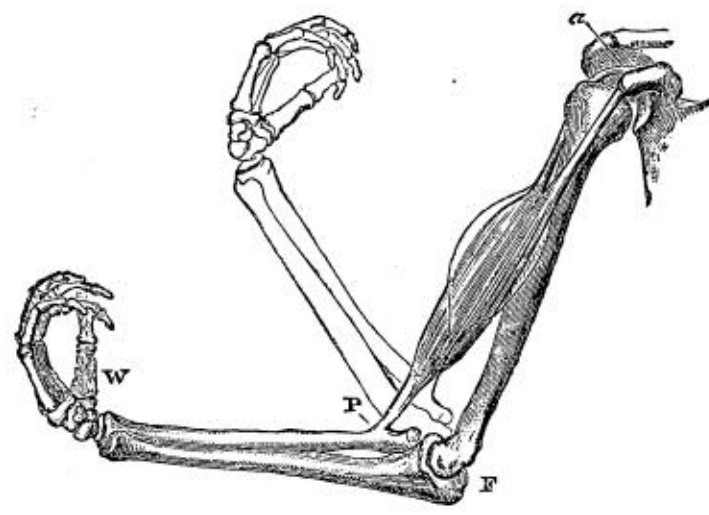


Рис. 3. Кости верхней конечности с двуглавой мышцей.

Два сухожилия, с помощью которых эта мышца прикрепляется к лопатке, или плечевой кости, видны в точке а. Р обозначает прикрепление мышцы к лучевой кости и, следовательно, точку действия силы; F — точку опоры, нижний конец плечевой кости, на котором движется верхний конец лучевой кости (вместе с локтевой костью); W — вес (руки).

Если вы попытаете переместить их друг относительно друга, то обнаружите, что можно легко согнуть локтевую кость очень близко к плечевой кости, не разъединяя их концы, и, если вы обратите внимание, то увидите, что при перемещении локтевой кости вверх и вниз ее конец и конец плечевой кости скользят друг по другу. Но они скользят только в одном направлении, которое мы можем назвать вверх и вниз. Если вы попытаете скользить ими из стороны в сторону ( ), то обнаружите, что они заклинивают. Они имеют только одно движение, подобное движению двери на петлях ( ), и это движение таково, что локтевая кость складывается вдвое на плечевой кости.

Более того, если вы присмотритесь немного внимательнее, то обнаружите, что, хотя вы можете легко согнуть локтевую кость на передней стороне плечевой кости, а затем снова оттянуть ее назад, пока они не окажутся на прямой линии, вы не сможете согнуть локтевую кость на задней стороне плечевой кости. При осмотре конца локтевой кости вы обнаружите на ее задней поверхности клювообразный выступ (рис. 3, также передняя часть), который при выпрямлении костей фиксируется на конце плечевой кости и, таким образом, предотвращает дальнейшее отклонение локтевой кости назад. Это причина, по которой вы можете сгибать руку только в одну сторону. Как вы прекрасно знаете, вы можете согнуть руку так, чтобы коснуться пальцами верхней части плеча, но вы не можете согнуть ее в другую сторону, чтобы коснуться задней части плеча; вы не можете отвести ее дальше прямой линии.

**14.** Итак, в локте две кости, плечевая и локтевая, имеют такую форму и так плотно прилегают друг к другу, что рука может быть выпрямлена или согнута. В скелете две кости совершенно раздельны, *т.е.* Они должны быть чем-то скреплены вместе, иначе они бы развалились. Скорее всего, в скелете, который вы рассматривали, они скреплены между собой проволоками или латунными пластинами. Но они держались бы вместе, если бы вы сняли проволоку или латунные планки и обвязали оба конца скотчем, достаточно туго, чтобы они касались друг друга, но достаточно свободно, чтобы они могли двигаться друг по другу. Вы могли бы легко справиться с этим, если бы взяли короткие полоски скотча или, еще лучше, резиновой ленты и обмотали ими локоть сзади, спереди и по бокам, прикрепив один конец каждой полоски к плечевой кости, а другой - к локтевой кости. Если бы вы сделали это, вы бы очень точно воспроизвели способ, которым кости в локте удерживаются вместе в вашей собственной руке. Только полоски сделаны не из индийской резины, а представляют собой плоские полоски того волокнистого материала,

который на предыдущих уроках вы научились называть соединительной тканью. Эти плоские полосы имеют особое название и называются **связками**.

В локте два конца локтевой и плечевой костей удерживаются на месте связками или плоскими полосами соединительной ткани.

В скелете поверхности двух костей в локтевом суставе, где они трутся друг о друга, хотя и несколько гладкие, но сухие. Если вы когда-нибудь смотрели на рульку бараньей ноги до того, как она была приготовлена, вы, наверное, заметили, что у вас там две кости, которые немного накладываются друг на друга, как это происходит в локте, и помните, что там, где кости соприкасаются, они удивительно гладкие и очень влажные, поэтому довольно скользкие. Точно так же обстоит дело и с вашим собственным локтем; кончик локтевой кости и кончик плечевой кости удивительно гладкие и достаточно влажные, так что они как можно легче скользят друг по другу. Вы знаете, что ваш глаз всегда влажный. Он увлажняется из-за слез, хотя вы не говорите о слезах, пока ваши глаза не наполнятся влагой; но на самом деле вы всегда немного плачете. Ну, внутри связок, обвивающих локоть, всегда есть, так сказать, разрывы, и они поддерживают обе поверхности костей постоянно влажными.

Концы костей там, где они соприкасаются друг с другом, также гладкие, потому что они покрыты так называемыми хрящами. Кость очень твердая и очень плотная; в ней не так много воды. Кости очень мало высыхают. Хрящ и близко не такой твердый, как кость; в нем гораздо больше воды. Когда оно совсем свежее, оно очень гладкое, но из-за того, что в нем много воды, при высыхании оно сильно сжимается, а в высушенном виде оно далеко не такое гладкое, как в свежем. Вы можете увидеть высохшие хрящи на концах костей скелета - они все еще немного гладкие, но вы не сможете составить представления о том, насколько они гладкие в живом теле, просто увидев их на высохшем скелете.

**Таким образом, в локте у нас есть концы двух костей, прилегающих друг к другу, так что они будут двигаться в определенном направлении; эти концы сглажены хрящом, увлажнены жидкостью и удерживаются на месте связками. Все это называется косяком.**

15. Помимо локтевого сустава в организме есть множество других суставов: плечевой, коленный, тазобедренный и так далее. Они отличаются от локтевого сустава формой концов кости, способом, которым кости прилегают друг к другу, и некоторыми другими особенностями, но мы не должны сейчас вдаваться в эти различия. Все они похожи на локоть, поскольку в каждом случае одна кость входит в другую, поверхности покрыты хрящом, увлажнены жидкостью (то, что конюхи называют маслом для суставов, хотя это вовсе не масло) и удерживаются на месте связками.

Осмелюсь предположить, вы заметили, что, хотя я говорил только о плечевой кости и локтевой кости в локте, другая кость передней части руки - лучевая — тоже имеет некоторое отношение к локтю. Я опустил это, чтобы упростить дело, но, тем не менее, совершенно верно, что конец плечевой кости проходит как над концом лучевой кости, так и над концом локтевой кости, и что конец лучевой кости также покрыт хрящом и включен в оболочку связок. Я мог бы добавить, что лучевая кость также движется независимо от локтевой кости, но я не хочу беспокоить вас этим прямо сейчас. Я хотел показать вам, что локоть - это сустав, сконструированный таким образом, что он позволяет сгибать предплечье на предплечье.

16. Для того, чтобы руку можно было согнуть, необходимо приложить некоторое усилие. Локтевая кость или лучевая кость — для того, чтобы они двигались вместе — должна быть выдвинута или оттянута к плечевой кости, или плечевая кость должна быть выдвинута или вытянута к лучевой кости и локтевой кости. Как это делается в вашей собственной руке?

Возьмите кости руки; зафиксируйте верхний конец плечевой кости; привяжите ее к чему-нибудь, чтобы она не могла двигаться. Прикрепите кусок бечевки либо к лучевой, либо к локтевой кости (неважно, к какой именно), ближе к локтевому суставу. Прodelайте отверстие в верхней части плечевой кости и пропустите бечевку через него. Ваша тетива должна быть достаточно

длинной, чтобы рука оставалась совершенно прямой без какого-либо натяжения тетивы. Теперь, взявшись за тетиву там, где она выходит через плечевую кость, потяните ее. Передняя часть будет согнута на подлокотнике. Почему? **Потому что вы работали с рычагом третьего порядка.**

Лучевая и локтевая кости образуют рычаг; его точкой опоры является конец плечевой кости в локте ([рис. 3](#), F); перемещаемый вес равен весу лучевой и локтевой костей (вместе с весом костей кисти, если таковые имеются), и это может быть представлено весом, приложенным примерно к середине предплечья; сила - это усилие, которое вы прикладываете к тетиве, и оно воздействует на ваш рычаг в точке, где тетива прикреплена к лучевой кости, *т.е.* Ближе к центру предплечья. точка опоры больше, чем точка приложения веса; и вы знаете, что когда у вас есть точка опоры на одном конце и сила между точкой опоры и весом, у вас есть рычаг третьего порядка.

Теперь, чтобы сделать это немного похожим на то, что происходит в вашей собственной руке, вместо того, чтобы просверливать отверстие в плечевой кости, пропустите бечевку по желобку, который вы увидите в верхней части плечевой кости, и прикрепите ее конец к лопатке или чему-нибудь еще, что вам нравится выше плечевой кости, и пусть бечевка будет достаточно длинной, чтобы рука была полностью выпрямлена, но не длиннее, чтобы, когда рука выпрямлена, бечевка была почти натянутой или, по крайней мере, не болталась.

Теперь укоротите нитку, затянув ее в петлю. Всякий раз, когда вы будете это делать, вы будете сгибать предплечье на предплечье. Предположим, вы использовали нитку, которую вам не нужно было пережимать, но которую при желании вы могли укоротить сами. **Каждый раз, когда оно укорачивалось, оно поднимало переднюю руку вверх и сгибало ее - и каждый раз, когда оно снова расслаблялось, рука возвращалась в прямое положение.**

В вашей руке не струна, а тело, расположенное очень похоже на нашу струну и обладающее способностью укорачиваться, когда требуется. Каждый раз, когда она укорачивается, она сгибает руку, а когда она укорачивается и снова удлиняется, рука возвращается в свое прямое положение. Этот орган, который таким образом может укорачиваться и удлиняться, называется мышцей.

Если вы положите одну руку на переднюю часть предплечья другой руки, примерно на полпути между плечом и локтем, а затем согнете эту руку, вы почувствуете, как что-то поднимается под вашей ладонью. Это мышца, которая сгибает руку, укорачиваясь, или, как мы научимся это называть, **сокращаясь.**

В вашей собственной руке, как и в конечности кролика, которую вы изучали на предыдущем уроке, плоть расположена в виде масс или пучков различных размеров и форм, и каждая масса или пучок называется мышцей. В руке есть несколько мышц, но есть, в частности, одна крупная, занимающая переднюю часть руки, называемая **бицепсом**. Это округлая масса красной мякоти, значительно длиннее, чем широкая или толстая, и сужающаяся к обоим концам. Он представлен на [рис. 3](#).

Возможно, вы помните, что, исследуя ногу кролика, вы заметили, что во многих мышцах мягкая мякоть, составляющая большую часть мышцы, на одном или обоих концах мышцы внезапно исчезла и превратилась в гораздо более плотный материал, белый и блестящий. Эта более твердая белая часть, как вам сказали, называется сухожилием мышцы. Остальная часть мышц, обычно называемая “брюшком”, состоит из того, что вы привыкли называть плотью или постным мясом, но теперь вы должны научиться называть **мышечной субстанцией**. Фактически, каждая мышца состоит в первую очередь из массы мышечного вещества. **Это мышечное вещество состоит из огромного количества мягких нитей или волокон, идущих в одном направлении и собранных в большие и маленькие пучки.** На обоих концах мышцы эти мягкие мышечные волокна соединяются с более твердыми, но более тонкими волокнами соединительной или фиброзной ткани. И эти более тонкие, но более прочные волокна составляют жгут или ленту сухожилия, которой мышца заканчивается с обоих концов.

**Именно этими сухожилиями мягкие мышцы соединяются с твердыми костями или с некоторыми другими твердыми тканями тела.** Сухожилия иногда круглые и напоминают

шнуры, иногда плоские и растопыренные. Иногда они очень длинные, иногда очень короткие, так что их почти не видно. Но у вас всегда есть некоторое количество более твердых волокон соединительной ткани, соединяющих мягкие мышечные волокна с костями, и, как правило, сухожилия не только более твердые, но и намного тоньше и стройнее, чем внутренняя поверхность мышцы.

Мышечная поверхность бицепса расположена в передней части плеча. Немного выше локтевого сустава она заканчивается маленьким круглым крепким сухожилием, которое проходит по передней поверхности локтя и прикрепляется к лучевой кости на некотором расстоянии ниже сустава, *т.е.* прирастает к ней (рис. 3, Р). Верхняя часть мышечного брюшка заканчивается немного ниже плеча, не одним сухожилием, а двумя<sup>[1]</sup> Сухожилия (рис. 3, а), которые, проходя по концу плечевой кости, прикрепляются к лопатке (или, как ее еще называют, **лопатке**), в которую плечевая кость входит вместе с суставом.

Таким образом, в бицепсе мы имеем толстый мясистый мускулистый живот, расположенный в передней части руки и прикрепленный сухожилиями одним концом к лопатке, а другим - к предплечью. Что произойдет, если, когда рука выпрямлена, а лопатка зафиксирована, бицепс внезапно станет намного короче, чем был? Очевидно, то же самое произошло, когда вы подтянули и укоротили тетиву, которая, если вы оглянетесь назад, увидите, что мы должны были располагаться примерно так же, как располагается бицепс с его сухожилиями. **Лучевая и локтевая кости будут подтянуты вверх, предплечье будет согнуто в локте.**

Сухожилия не обладают способностью укорачиваться сами по себе, но мышечная субстанция обладает замечательной способностью внезапно укорачиваться. При определенных обстоятельствах каждое мягкое мышечное волокно, из которого состоит мышца, внезапно становится короче, и, таким образом, вся мышца становится короче, и таким образом сближает два своих сухожильных конца, и если один конец прикрепить к чему-то неподвижному, а другой - к чему-то подвижному, подвижная вещь сдвинется с места.

Этот способ, при котором мышца или мышечное волокно внезапно сокращается, называется **мышечным сокращением**. **Все мышцы, все мышечные волокна обладают способностью сокращаться.** Теперь такая масса вещества, как бицепс, может укорачиваться двумя способами. Он может сжаться сам по себе и вообще стать меньше, он может сжаться сам по себе, как вы сжимаете губку в меньший объем. Или же он может менять свою форму, а не объем, становясь толще по мере того, как укорачивается, точно так же, как вы могли бы, прижимая два конца друг к другу, сжать длинный тонкий рулон мягкого воска в короткий толстый. Он может стать короче любым из этих двух способов, но на самом деле это происходит последним способом; он становится толще одновременно с тем, как становится короче, и становится почти настолько же толще, насколько становится короче. И вот почему, когда вы кладете руку на сгибаемую руку, вы чувствуете, как что-то поднимается. **Вы чувствуете, как бицепс становится толще по мере того, как он укорачивается для сгибания руки.**

Сокращение не длится вечно. Рано или поздно мышца снова удлиняется, снова становится тоньше и, таким образом, возвращается в свое прежнее состояние. Удлиненное состояние мышцы - это естественное состояние, состояние покоя. Сокращение - это усилие, которое может продолжаться только определенное время. Сокращение сгибает руку, и пока мышца остается укороченной, рука остается согнутой; но когда мышца удлиняется, вес кисти и предплечья, если ничто не мешает, снова выпрямляет руку.

**Сокращение происходит только в мышце, в животе, состоящем из мышечных волокон.** Сухожилия вообще не укорачиваются. Напротив, если уж на то пошло, они немного удлиняются, но совсем немного, когда на них натягиваются мышцы. Их назначение - передавать кости напряжение мышц. В них нет необходимости, только удобно. Без них было бы возможно, но неудобно обойтись. Предположим, что мясистые волокна бицепса тянутся от лопатки к предплечью: вы могли бы согнуть руку, как раньше, но было бы очень утомительно, если бы

мышца вздулась с внутренней стороны локтя или на верхней поверхности плеча; в любом месте это сильно мешало бы. Сохраняя мясистую, по-настоящему сокращающуюся мышцу в руке, и перенося тонкие сухожилия к руке и плечу, вы получаете возможность выполнять работу намного легче и удобнее.

Что ж, значит, мы продвинулись так далеко в понимании того, как сгибается рука. Двуглавая мышца сокращается и укорачивается, пытаюсь свести вместе два своих сухожильных конца. Верхние сухожилия, прикрепленные к неподвижной лопатке, не могут двигаться; но нижнее сухожилие прикреплено к лучевой кости; лучевая кость вместе с локтевой костью, к которой она прикреплена, легко перемещается вверх и вниз в локтевом суставе - форма костей в суставе и все устройство сустава, как мы видели, легко допускают это. Таким образом, когда мышца натягивает свое нижнее сухожилие, она натягивает лучевую кость в точке, где сухожилие крепится к кости. Натянутая таким образом лучевая кость образует с локтевой костью рычаг третьего порядка, действующий на конец плечевой кости как точку опоры; и, таким образом, при натяжении сухожилия передняя рука сгибается.

**17.** Но теперь возникает вопрос. Что заставляет мышцу сокращаться? Вы пожелали пошевелить рукой и пошевелили ею, как мы видели, заставив бицепс сократиться; но **как ваша воля заставила бицепс сократиться?**

Если бы вы могли осмотреть свою руку так же, как вы обследовали ногу кролика, вы бы обнаружили, что в бицепс впадают одна или несколько мягких белых нитей или шнуров, которые вы уже научились распознавать как **нервы**.

Эти нервы, по-видимому, врастают в двуглавую мышцу и теряются в ней. Нам нет необходимости следовать за ними дальше в этом направлении, но если бы мы проследили их в другом направлении, вверх по руке, мы обнаружили бы, что вскоре они встречаются с другими подобными нервами и что несколько нервов, соединяясь вместе, образуют более прочные и толстые нервные тяжи. Они снова присоединяются к другим, и так нам следует продолжать, пока мы не дойдем до довольно толстых белых нервных стволов, как их называют, которые, как мы обнаружим, проходят в конце концов между позвонками, где-то на шее, внутрь позвоночного канала, где они смешиваются с массой нервного материала, о котором мы уже говорили как о спинном мозге.

Какое отношение эти нервы имеют к сгибанию руки? Почему просто это. Предположим, вы смогли бы без особых проблем перерезать тонкие нервы, идущие к вашим бицепсам, и сделали бы это: что бы произошло? Вы обнаружите, что потеряли всякую способность сгибать руку; как бы вы этого ни желали, опухоль на вашей руке не увеличивалась. Ваши бицепсы оставались бы совершенно спокойными и вообще не сокращались бы, не сокращались бы, повинаясь вашей воле.

Что это показывает? Это доказывает, что когда вы сгибаете руку, что-то проходит по нервам, идущим к двуглавой мышце, и что-то заставляет эту мышцу сокращаться? Таким образом, нерв — это мост между вашей волей и мышцей, так что, когда мост сломан или отрезан, воля не может добраться до мышцы.

Если где-нибудь между мышцей и спинным мозгом вы перережете нерв, который идет или ответвляется от которого к мышце, вы нарушите связь между волей и мышцей.

Спинной мозг, как мы видели, представляет собой массу нервной субстанции, неразрывно связанной с головным мозгом; от спинного мозга отходят почти все нервы тела; те нервы, ветви которых идут к двуглавой мышце руки, выходят из спинного мозга где-то на шее.

Если бы вам посчастливилось получить перерезание спинного мозга или травму шеи, вы, возможно, остались бы живы, но были бы парализованы. Вы могли бы захотеть согнуть руку, но не смогли бы этого сделать. Вы бы знали, что хотите, вы бы чувствовали, что прилагаете усилие, но усилие было бы напрасным. Спинной мозг является частью моста между волей и мышцами.

Когда вы сгибаете руку, происходит вот что. **Усилием вашей воли в вашем мозгу что-то запускается. Это нечто — мы не будем сейчас останавливаться, чтобы спросить, что это за нечто такое, — проходит от вашего головного мозга к спинному мозгу, покидает спинной мозг и путешествует по определенным нервам, прокладывая себе путь среди запутанных пучков тонких нервных нитей, которые тянутся от верхней части спинного мозга к руке, пока не достигнут двуглавой мышцы. Мышца, как только это “что-то” поступает к ней по нервам, сокращается, укорачивается и утолщается; она поднимается в руке; ее нижнее сухожилие натягивается на лучевую кость; лучевая кость с локтевой костью перемещается на точку опоры плечевой кости в локтевом суставе, и рука сгибается.**

Вы хотите перестать сгибать руку. Ваша воля перестает действовать. То, что породила ваша воля, угасает в головном мозге, угасает в спинном мозге, угасает в нервах, даже в тончайших веточках. Мышца, больше не возбуждаемая этим чем-либо, перестает сокращаться, перестает набухать, перестает тянуть лучевую кость, и предплечье под действием собственного веса принимает прежнюю прямую форму, растягивая при падении мышцу до ее естественной длины.

**18.** Я надеюсь, что до сих пор вы следили за мной, но мы все еще очень далеки от понимания сути дела. Почему мышца сокращается, когда что-то достигает ее по нервам? Мы должны довольствоваться утверждением, что это свойство мышцы - делать это. Всегда ли мышца обладает этим свойством? Нет, не всегда.

Предположим, вы очень туго обвязали веревкой верхнюю часть руки, ближе к плечу. Что произойдет? Если вы перевяжете ее достаточно туго (я не прошу вас этого делать, потому что вы можете пораниться), рука побледнеет и очень скоро начнет холодеть. Она онемела бы и постепенно, казалось бы, стала бы очень тяжелой и неуклюжей; ваши ощущения в ней притупились бы, а через некоторое время и вовсе были бы потеряны. Когда вы пытались согнуть руку, вам было очень трудно это сделать. Хотя вы очень старались, вам было нелегко заставить бицепс сокращаться, и в конце концов вы вообще не смогли бы этого делать. Вы бы обнаружили, что потеряли всякую способность сгибать руку. И затем, если вы размотаете шнур, вы обнаружите, что после некоторых очень неприятных ощущений к вам мало-помалу вернется сила; рука снова согреется, тяжесть и неуклюжесть пройдут, ощущения в ней вернуться, вы сможете согнуть ее, и, наконец, все будет так, как было раньше.

Что вы делали, когда туго перевязывали пуповину? Главное, что вы сделали, это надавили на кровеносные сосуды в руке и таким образом остановили движение крови по ним. Если бы вместо того, чтобы обвязывать пуповиной всю руку, вы обвязали более тонкой нитью только кровеносные сосуды, вы бы добились почти того же эффекта. На прошлом уроке мы видели, как все части тела снабжены кровеносными сосудами, венами и артериями. В руке есть очень большая артерия, ответвления от которой проходят по всей руке. Некоторые из этих ответвлений идут к двуглавой мышце. Что произойдет, если вы свяжете только эти ветви, завязав их так туго, чтобы остановить всю кровь в них, но не затрагивая кровеносные сосуды в остальной части вашей руки? Рука в целом не стала бы ни бледной, ни холодной, она не стала бы неуклюжей или тяжелой, вы не потеряли бы чувствительность к ней, но, тем не менее, если бы вы попытались согнуть руку, вы обнаружили бы, что не можете этого сделать. Вы не можете заставить бицепс сокращаться, хотя вся остальная часть руки может показаться совершенно правильной.

Чему это нас учит? **Это учит нас, что способность мышцы сокращаться, когда она вынуждена это делать, может быть утрачена и восстановлена, и что она теряется, когда кровь не попадает к ней.** Когда веревка обвязывается вокруг всей руки, сила всей руки теряется. Эта потеря силы является началом смерти, и действительно, если бы пуповина не была развязана, рука бы совсем умерла — омертвела, как говорится. Когда перевязаны только те кровеносные сосуды, которые идут к бицепсу, начинает отмирать только бицепс, вся остальная часть руки остается живой, и первым признаком смерти бицепса является потеря способности сокращаться, когда к этому призывают.

Таким образом, для того, чтобы вы могли сгибать руку, у вас должна быть не только двуглавая мышца с нервами, сухожилиями и всеми костями и суставами, но и мышца должна снабжаться кровью.

**19.** Теперь мы можем пойти еще дальше и задать вопрос: **что находится в крови, что придает мышцам способность сокращаться, другими словами, поддерживает мышцу живой?** Ответ найти очень легко. Как обычно называется способность мышц сокращаться? Обычно мы называем это силой. Положите руку прямо на стол, положите в ладонь тяжелый груз и попытайтесь согнуть руку. Если бы вы могли это сделать, можно было бы сказать, что вы сильный; если бы вы не могли, можно было бы сказать, что вы слабый — тем сильнее или слабее, тем тяжелее или легче вес. В одном случае ваши бицепсы обладали большой силой сокращения, в другом - небольшой. Попробуйте как-нибудь утром, вскоре после завтрака, когда вы будете свежи и в хорошей форме, определить самый тяжелый вес, который вы можете поднять таким образом, сгибая руку. Обойдитесь без ужина, а днем или вечером, когда вы устали и проголодались, попробуйте поднять тот же вес тем же способом. У вас это не получится. Ваши бицепсы частично утратят способность сокращаться, станут слабее, чем утром. Что делает их слабыми? Недостаток пищи. Но как пища может повлиять на мышцы? Вы не помещаете пищу в мышцу; вы кладете ее в рот, а оттуда она попадает в ваш желудок и в остальные части вашего пищеварительного тракта и там, кажется, исчезает. Как пища попадает в мышцы? Через кровь. Пища превращается в кровь. **То, что вы употребляете в пищу, превращается в другие вещества, которые являются частью крови. Вещества, поступающие в мышцы, придают им силу и позволяют сокращаться.** И именно поэтому пища делает вас сильными.

**20.** Но вы всегда хотите есть изо дня в день, время от времени. Почему это? Потому что мышцы, получая силу из пищи, изменяют ее, расходуют и поэтому всегда хотят свежей крови и новой пищи. В статье 1 мы видели, что пища - это топливо. Мы также видели, что мышцы (и другие части тела делают то же самое) всегда горят, горят без пламени, но с жаром, горят медленно, но все равно горят, и чем больше они работают, тем сильнее горят. Топливо, которое он сжигает, - это не сухие дрова или уголь, а влажная, водянистая кровь, особый вид топлива, приготовленного для его личного использования, в мастерской желудка или где-либо еще, из пищи, съеденной ртом. Это он всегда расходует; этого у него всегда должен быть достаточный запас, если он хочет продолжать работать. Следовательно, всегда должна быть заготовлена свежая кровь; следовательно, время от времени должны быть свежие запасы пищи, из которой можно производить свежую кровь.

Чтобы полностью понять, что происходит, когда вы сгибаете руку, мы должны узнать не только то, что мы узнали о костях и суставах, мышцах и нервах, о механизмах и двигателе, мы должны также изучить, как пища превращается в кровь, как кровь доставляется к мышцам, что содержится в крови, за счет которой живет мышца, что именно сжигается мышцей, и как вещества, образующиеся в результате горения, пепел и дым, или углекислота, и все остальное, уносятся из мышцы и из тела.

Между тем позвольте мне напомнить вам, что для простоты я все это время говорил только об одной мышце - бицепсе руки. Но в теле есть множество мышц, помимо бицепсов, как есть много костей, помимо костей руки, и много суставов, помимо локтя. Но то, что я сказал об одном, в общих чертах верно и для всех остальных. Мышцы имеют различные формы, они по-разному воздействуют на кости, они действуют на рычаги различного рода. Суставы сильно различаются по способу их работы. Всевозможные движения производятся мышцами, которые тянутся иногда вместе, а иногда напротив друг друга. Но когда вы приступите к их изучению, вы обнаружите, что все движения, на которые способно ваше тело, в основе своей зависят от этого — **что определенные мышечные волокна, подчиняясь чему-то, достигающему их по нервам, сокращаются, укорачиваются и утолщаются, и таким образом подтягивают один свой конец к другому, и что для этого они должны постоянно снабжаться чистой кровью.**

Более того, то, что я сказал об отношениях мышц и крови, справедливо и для всех других частей тела. Точно так же, как мышцы не могут работать без должного притока крови, так и головной, спинной мозг и нервы испытывают еще более острую потребность в чистой крови. Слабость и обмороки, которые мы чувствуем от недостатка пищи, в такой же степени являются следствием слабости мозга и нервов, как и мышц, а может быть, и в большей степени. И другие части тела, о которых нам придется говорить позже, тоже нуждаются в крови.

Вся история нашей повседневной жизни вкратце сводится к этому. Пища, которую мы едим, становится кровью, кровь разносится по всему телу, круг за кругом в потоке кровообращения; когда она проносится мимо них, или, скорее, сквозь них, мышцы, мозг, нерв, кожа выбирают новую пищу для своей работы и возвращают то, что они использовали или больше не хотят. Поскольку все они работают по-разному, некоторые используют то, что выбросили другие. Кроме того, существуют мусорщики и чистильщики, которые собирают ненужные вещи и выбрасывают их из кузова. Таким образом, кровь сохраняется не только свежей, но и чистой. Благодаря крови, поступающей к ним таким образом, каждая часть выполняет свою работу: мышцы сокращаются, мозг чувствует и волит, нервы передают чувства и желания, и другие органы тела тоже выполняют свою работу, и таким образом все тело поддерживается живым и здоровым.

#### ПРИРОДА КРОВИ. § IV.

##### 21. Что же тогда это за кровь, которая так много делает?

Вы когда-нибудь смотрели в хороший микроскоп на тонкую прозрачную перепонку лягушачьей лапки и наблюдали, как красная кровь струится по ее узким каналам? Если нет, пойдите и посмотрите на это немедленно; вы никогда не поймете никакой физиологии, пока не сделаете этого. Там вы увидите сеть тонких проходов, гораздо более тонких, чем любой из ваших собственных волосков, и по этим проходам спешащую и толкающуюся толпу крошечных овальных желтых шариков. Некоторые проходы шире других, и через некоторые из более широких вы увидите густой поток шариков, устремляющийся к более мелким каналам и распространяющийся среди них. Шарiki, которые вы видите, плавают в жидкости, настолько прозрачной, что вы ее не видите. Некоторые из меньших каналов настолько узки, что только одна капля или **корпускула**, как мы можем это назвать, может проходить через них одновременно, и очень часто вы можете видеть, как они проходят гуськом. Наблюдая за ними, когда они скользят по этим узким тропинкам, вы заметите, что, наконец, они снова сворачивают в более широкие проходы, отчасти похожие на те, из которых они пришли, за исключением того, что поток бежит прочь, а не к более узким каналам; и в потоке частица, за которой вы наблюдаете, исчезает из виду. Тончайшие проходы называются **капиллярами**; они защищены тонкими стенками, которые вы едва можете разглядеть; вам они кажутся всего лишь проходами, и насколько они тонки и малы, вы поймете, когда вспомните, что все, на что вы смотрите, происходит в глубине кожи, которая настолько тонка, что, возможно, вы были бы склонны сказать, что у нее вообще нет толщины.

Более крупные каналы, по которым кровь поступает в капилляры, являются концами сосудов, подобных тем, которые у кролика вы научились называть артериями, а другие более крупные каналы, по которым кровь отходит от капилляров, являются зачатками вен.

Понаблюдав некоторое время за этой лягушачьей лапкой, отвернитесь и подумайте о том, что почти в каждой части вашего собственного тела, в каждом квадратном дюйме, почти в каждой квадратной линии можно было бы увидеть нечто очень похожее, если бы поднести к ней микроскоп, только тельца меньше и округлее, капилляры более узкие и по большей части более толстые, а бег более быстрый. В мышце, о которой мы говорили в предыдущем уроке, каждое из мягких длинных волокон, из которых состоит мышца, опутано плотной сетью крошечных капилляров, по которым, пока длится жизнь, вечно течет быстрый поток крови, окрашенный бесчисленным количеством крошечных кровяных телец.

В каждой части вашей плоти, в вашем головном и спинном мозге, в вашей коже, ваших костях, ваших легких, во всех органах и почти в каждой части вашего тела происходит один и тот же стремительный поток красных кровяных телец и прозрачной жидкости, в которой они плавают.

Если уколоть палец, пойдет кровь. Если уколоть, кровоточила бы практически любая часть вашего тела. Маленькие кровеносные сосуды расположены так плотно, что куда бы вы ни воткнули иглу, будь то самая тонкая игла, какую вам заблагорассудится, вы обязательно проткнете и разорвете какой-нибудь маленький кровеносный канал, будь то артерия, капилляр или вена, и оттуда выйдет красная капля.

**22. Что такое кровь?** Это жидкость; она течет, как вода: и все же она гуще воды, гуще по двум причинам. Во-первых, вода, то есть чистая вода, - это единое вещество. Если бы вы посмотрели на него в очень мощный микроскоп, вы бы ничего в нем не увидели. Он чрезвычайно прозрачный — вы можете очень хорошо видеть даже сквозь такую толщу чистой воды. Но если бы вы попытались посмотреть даже сквозь очень тонкий слой крови, растекшийся между двумя стеклянными пластинами, вы бы обнаружили, что видите очень мало; **кровь очень непрозрачна**. Если вы снова исследуете каплю своей крови под микроскопом, что вы видите? **Ряд маленьких**

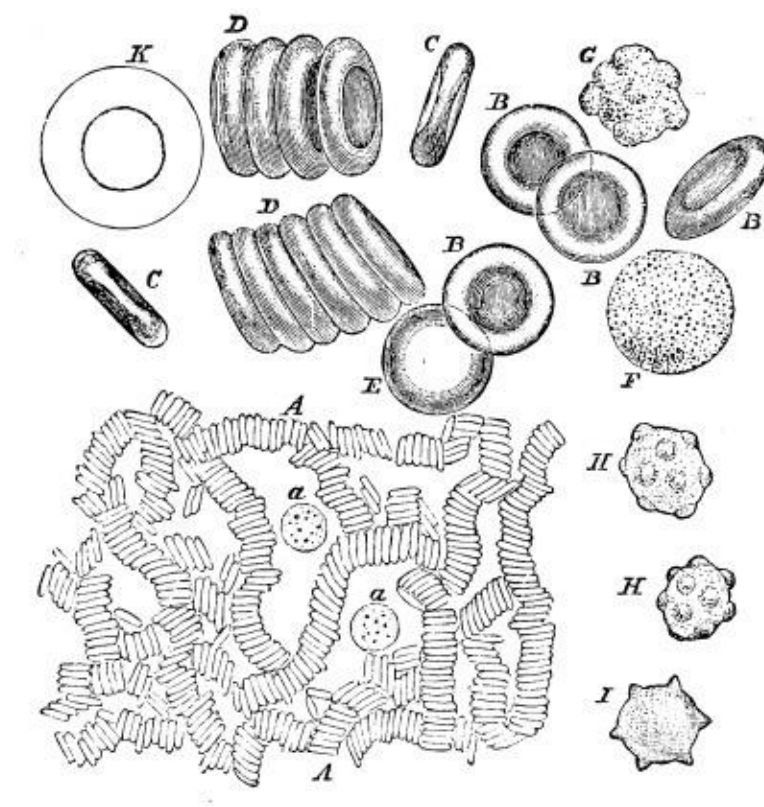


Рис. 4. Увеличенные красные и белые тельца крови.

А. Умеренно увеличенный. Видны красные тельца, лежащие рядами, как рулоны монет; на а и а видны два белых тельца.

В. Красные тельца, увеличенные гораздо сильнее, видны на лице; С. то же самое, видимое в профиль; D. то же самое, расположенное рядами, увеличенное еще сильнее; Е. красные тельца, раздутые в сферу в результате впитывания воды.

Г. Белое тельце, увеличенное так же, как В.; G. ditto, выбрасывающее несколько тупых отростков; К. ditto, обработанное уксусной кислотой, и показывающее ядро, увеличенное так же, как D.

Н. Красные тельца сморщенные или зубчатые по всему телу.

И. То же самое, только с краю.

**круглые тела, кровяные диски или кровяные тельца** (Рис. 4, А). Если вы внимательно присмотритесь, то заметите, что большинство из них круглые, как В; но время от времени вы видите что-то вроде С. Это один из круглых, если смотреть сбоку; потому что они не круглые и не сферические, как мяч, а круглые с ямочкой посередине, что-то вроде некоторых видов печенья. Когда вы видите их по отдельности, они кажутся немного желтоватыми, вот и все; но когда вы видите их вместе, комок явно красный. Вспомните, какие они маленькие: три тысячи из них, положенных ровно в линию, край к краю, как ряд шашек, растянулись бы примерно на один дюйм. Вся краснота, которая есть в крови, принадлежит им. Когда вы смотрите на одного из них, вы видите так мало красноты, что она кажется желтой. Если бы вы поместили каплю крови в стакан с водой, вода не окрасилась бы в красный цвет, а лишь слегка приобрела желтоватый оттенок, поэтому капля крови придавала бы ей незначительный оттенок красноты. Точно так же очень-очень тонкий ломтик смородинового желе выглядел бы желтоватым, а не красным.

Эти красные кровяные тельца - не твердые частицы, а нежные и размягченные, очень нежные, их очень легко разламывать на кусочки, они больше похожи на мельчайшие комочки красного желе, чем на что-либо другое, и все же сделаны так, чтобы выдерживать все сдавливания, которым их подвергают, когда их гоняют по телу.

Кроме этих красных кровяных телец, вы можете увидеть, если внимательно присмотритесь, **другие маленькие тельца, чуть больше красных кровяных телец, совсем не окрашенные, не круглые и не плоские, а совершенно круглые, как шар (Рис. 4, а, F, G).** То есть они очень часто бывают довольно круглыми, только у них есть любопытный трюк изменять свою форму. Представьте, что вы смотрите на клетку с салом, такую маленькую, что около двух тысяч пятисот из них могут поместиться рядом на расстоянии одного дюйма, — и предположите, что круглая клетка, пока вы смотрите на нее, постепенно приобрела форму треугольного пирога, затем в округлый квадрат, затем в форму груши, а затем в нечто, вообще не имеющее формы, а затем снова в круглый шар, и продолжала делать это, по-видимому, сама по себе, пока вы смотрите на нее, — разве вам это не показалось бы очень любопытным? Итак, одно из этих маленьких телец в крови, о которых мы говорим и которые называются белыми тельцами, можно увидеть, когда наблюдаешь за каплей крови под микроскопом, что она продолжает двигаться таким образом, постоянно меняя свою форму. Но об этих **белых тельцах** крови и об их чудесных движениях вы узнаете больше по мере продолжения ваших физиологических исследований.

**23.** Кроме этих красных и белых кровяных телец, в крови нет ничего другого очень важного, что вы могли бы *увидеть* под микроскопом; но их присутствие в крови является одной из причин, почему кровь гуще воды.

Вы когда-нибудь видели, как убивают свинью или овцу? Если это так, вы наверняка заметили бы, что кровь текла довольно жидко из кровеносных сосудов шеи, текла и разливалась, как вода, — но очень скоро кровь, попавшая в ведро или пролитая на камни, стала довольно плотной, так что вы могли собирать ее комками. Всякий раз, когда из живого тела проливается кровь, в течение короткого времени она становится твердой. Это затвердевание называется **свертыванием** или **коагуляцией крови**.

Что заставляет его сворачиваться? Предположим, пока кровь стекает из шеи свиньи в ведро мясника и пока она еще достаточно жидкая, вы должны взять пучок веточек и продолжать медленно перемешивать кровь в ведре. Естественно, можно было бы ожидать, что кровь вскоре начнет сворачиваться, будет становиться все гуще и гуще, и перемешивать ее будет все труднее и труднее. Но этого не происходит; и если вы будете продолжать помешивать достаточно долго, то обнаружите, что оно вообще никогда не сворачивается. **Постоянно помешивая, вы предотвратите его свертывание.** Теперь достаньте свой пучок веток: вы обнаружите, что он весь покрыт густой красноватой массой из какого-то мягкого липкого вещества; и если вы накачаете красную массу, то сможете смыть весь ее красный цвет, и не останется ничего, кроме большого количества белого, мягкого, липкого, волокнистого материала, запутавшегося между веточками вашего пучка. Этот волокнистый материал на самом деле состоит из множества тонких, деликатных, мягких, эластичных нитей или волокон и называется **фибрином**.

**Видите ли, перемешивая или, как это часто называют, взбивая кровь пучком веток, вы удаляете фибрин из крови и таким образом предотвращаете ее свертывание.**

Если бы вы взяли один из запекшихся комочков крови, которые были пролиты на землю, или кусочек сгустка из ведра, в котором кровь не взбивалась, и промывали его достаточно долго, вы бы, наконец, обнаружили, что с комочка исчез весь цвет, и у вас не осталось бы ничего, кроме небольшого количества белой тягучей субстанции. Это белое тягучее вещество — фибрин - точно такое же, как у вас на вязанке веток.

Если кровь аккуратно собрать в ведро, а затем вообще не мешать, она сворачивается в твердую массу. Кажется, что вся кровь превратилась в сплошное желе; и если вы выльете ее из ведра, как вы обычно делаете, она сохранит свою форму и даст вам форму ведра, большое дрожащее красное желе, точно такое же, как внутренняя часть ведра.

Но если бы вы оставили кровь в ведре на несколько часов или на день, вы обнаружили бы вместо большого желе, полностью заполняющего ведро, желе поменьше, но более плотное, покрытое бесцветной или очень бледно-желтой жидкостью или плавающее в ней. Это более

мелкое и плотное желе, которое в течение дня или около того становится еще плотнее и мельче, фактически продолжает уменьшаться в размерах, вы по-прежнему можете называть **сгустком**; прозрачная жидкость, в которой оно плавает, называется **сывороткой**.

Произошло следующее. Вскоре после пролития крови в ней образуется нечто такое, чего в ней раньше не было. Это нечто, которое мы называем **фибрином**, начинается как множество тонких нежных нитей, которые тянутся во всех направлениях через массу крови, образуя повсюду плотную сеть. Таким образом, кровь заперта в огромном количестве маленьких камер, образованных сетками фибрина; и именно это делает ее похожей на желе. Но каждая нить фибрина, как только она образуется, начинает сжиматься, и кровь в каждой из этих маленьких камер сжимается из-за сокращения ее фибриновых стенок и пытается пробиться наружу. Кровяные тельца застревают в сетках, но вся остальная кровь проходит между нитями и выходит на верхнюю и боковые стенки ведра. И это продолжается до тех пор, пока в сгустке не останется совсем немного, кроме кровяных телец, запутавшихся в сети фибрина, а вся остальная кровь будет выдавлена за пределы сгустка и тогда будет называться сывороткой. **Таким образом, сыворотка - это кровь, из которой в процессе свертывания были удалены кровяные тельца.**

Теперь, осмелюсь сказать, вы готовы задать вопрос: если кровь так легко сворачивается при пролитии, почему она не сворачивается внутри тела? Почему наша кровь всегда жидкая? На этот вопрос довольно сложно ответить. Когда кровь вытекает из теплого тела, она быстро остывает. Но оно не сворачивается и не становится твердым, потому что остывает, как обычное желе. Если вы не дадите ему остыть, он все равно сворачивается, на самом деле быстрее, а при достаточном охлаждении вообще не сворачивается. Она также не свертывается при пролитии, потому что стала неподвижной и больше не движется по кровеносным сосудам. И не потому, что находится на воздухе. Возможно, мы точно не знаем, почему это происходит, и вам предстоит еще многое узнать о свертывании крови. Все, что я скажу сейчас, это то, что пока кровь находится в организме, что-то работает, чтобы предотвратить ее свертывание. Иногда в организме образуются тромбы, и кровеносные сосуды закупориваются тромбами; но это представляет собой очень опасное заболевание.

**24.** Ну, кровь гуще воды, потому что она содержит твердые частицы и фибрин. Но даже сыворотка, *то есть* кровь, из которой были взяты как фибрин, так и кровяные тельца, гуще воды.

Вы знаете, что если бы вы набрали полный таз чистой воды и вскипятили ее, она бы выкипела и превратилась в ничто. Все это превратилось бы в пар. Но если бы вы попытались вскипятить таз с сывороткой, то обнаружили бы, что происходит несколько любопытных вещей.

Во-первых, вы вообще не смогли бы его отварить. До того, как вы нагрели ее до температуры кипения, ваша сыворотка, которая раньше казалась такой же жидкой, как вода, и только немного липкой на ощупь, если опустить в нее палец, становилась совсем твердой. Вы знаете разницу между сырым и вареным яйцом. Белок сырого яйца, хотя и очень липкий и тягучий, или вязкий, как его еще называют, все же остается жидким; вам будет трудно разрезать его ножом. С другой стороны, белок яйца, сваренного вкрутую, довольно твердый, и вы можете нарезать его очень тонкими ломтиками. Он “застыл” при отваривании. Что ж, сыворотка крови в этом отношении очень похожа на яичный белок. Фактически, они оба содержат одно и то же вещество, называемое **альбумином**, которое обладает свойством “застывать” или становиться твердым при нагревании почти до температуры кипения. И сыворотка крови, и яичный белок, даже когда они “застыли”, остаются влажными, *т.е.* содержат большое количество воды. Вы можете высушить их надлежащим образом до образования прозрачного рогового вещества. Когда они достаточно высохнут, они легко сгорают. Следовательно, они могут окисляться. При сжигании они выделяют углекислоту, воду и аммиак; последний вы могли бы легко распознать по его воздействию на свой нос, если бы вам пришлось сжечь кусочек засохшей крови в пламени. Теперь, когда я говорю, что **альбумин** при горении выделяет углекислоту, воду и аммиак, вы знаете из своей химии, что он должен содержать углерод для образования углекислоты, водород для образования воды и азот

для образования аммиака. Ему не обязательно содержать кислород, потому что, как вы знаете, он мог бы получать весь необходимый кислород из воздуха; и все же в нем есть немного кислорода. **Таким образом, альбумин представляет собой окисляемое или горючее вещество, состоящее из азота, углерода, водорода и кислорода.** Важно, чтобы вы помнили об этом; но я не буду докучать вам количеством каждого из них — это очень сложное вещество, созданное удивительным образом, гораздо более сложное, чем все то, о чем вы должны были узнать в своем Учебнике химии. И этот альбумин, растворенный в большом количестве воды, образует сыворотку крови.

Я ничего не говорил о том, из чего состоит фибрин; но он, как и альбумин, состоит из азота, углерода, водорода и кислорода. Это не совсем то же самое, что альбумин, но его двоюродный брат. Есть еще один двоюродный брат им обоим, также содержащий азот, углерод, водород и кислород, который вместе с большим количеством воды образует мышцы; другой образует большую часть красных кровяных телец; и разбросанные по всему телу в различных местах, есть двоюродные братья альбумина, все содержащие азот, углерод, водород и кислород, все горючие, и все при сгорании выделяют углекислоту, воду и аммиак. Все эти двоюродные братья объединены под одним именем; все они называются **протеидами**.

25. Что ж, тогда кровь гуще воды из-за содержания протеидов в кровяных тельцах, фибрине и сыворотке, но есть кое-что еще. Я не буду утруждать вас перечислением множества вещей, которых, возможно, всего несколько крупинок в галлоне крови, вроде маленьких щепоток, которые повар кладет в пикантное блюдо; хотя, продолжая свои исследования, вы обнаружите, что это, как и многие другие мелочи в мире, имеет огромное значение.

Но я попрошу вас запомнить это. Если вы возьмете немного засохшей крови и сожжете ее, то, хотя вы можете сжечь все протеиды (и некоторые другие мелочи, о которых я только что говорил), вы не сможете сжечь всю кровь целиком. Сжигайте сколько хотите, у вас всегда останется некоторое количество того, что вы научились в своей химии называть **золой**, и если бы вы исследовали эту золу, то обнаружили бы, что в ней содержится очень много элементов; сера, фосфор, хлор, калий, натрий, кальций и железо, которые являются самыми распространенными и наиболее важными.

Таким образом, кровь - это очень удивительная жидкость: замечательная тем, что состоит из окрашенных тельцов и бесцветной жидкости, замечательная своим фибрином и способностью к свертыванию, замечательная по многим веществам, по протеидам, по золе или минералам, по остальным веществам, которые содержатся в тельцах и сыворотке.

Но вы не будете удивляться этому, когда увидите, что кровь - это огромный циркулирующий рынок тела, на котором покупается и продается все, что требуется всем частям: мышцам, мозгу, коже, легким, печени и почкам. То, чего хочет мышца, она, как мы видели, покупает у крови; то, что она сделала с ней, продает обратно крови; и так с любым другим органом и частью тела. Пока длится жизнь, эта купля-продажа продолжается вечно, и вот почему кровь вечно в движении, беспокойно перемещаясь с места на место, принося каждой части тела то, что она хочет, и унося то, с чем она уже сделала. Когда кровь перестает поступать, рынок блокируется, покупка и продажа прекращаются, и все органы умирают, истощенные из-за нехватки того, чего они хотят, задыхающиеся от изобилия вещей, в которых они больше не нуждаются.

Теперь нам нужно узнать, как таким образом кровь постоянно находится в движении.

## **КАК ДВИЖЕТСЯ КРОВЬ. § V.**

26. Вы уже научились распознавать кровеносные сосуды кролика и различать два вида кровеносных сосудов - артерии, которые у мертвого животного обычно содержат мало крови или вообще не содержат ее, и имеют довольно прочные стенки; и вены, которые обычно полны крови, но имеют более тонкие и дряблые стенки. Артерии, когда вы их перерезаете, обычно зияют и

остаются открытыми; вены сходятся вместе и сжимаются. Чем крупнее артерии, тем они толще и упругее и тем больше разница между ними и венами.

Вы также изучали капилляры в лапке лягушки; вы видели, что это крошечные каналы с тончайшими и нежнейшими стенками, образующие плотную сеть, в которой заканчиваются мельчайшие артерии и от которой начинаются мельчайшие вены.

Более того, вам сказали, что по всему вашему телу, в каждой части, есть, хотя вы и не можете их видеть, сети капилляров, подобные тем, что есть в лапке лягушки, которую вы можете видеть; что все артерии вашего тела заканчиваются капиллярами, и все вены начинаются в капиллярах. Позвольте мне повторить, что, за исключением одной или двух структур, нет такой части вашего тела, в которой, если бы вы поместили ее под микроскоп, вы бы не увидели маленькую артерию, разветвляющуюся и теряющуюся в сети капилляров, из которых, как из множества корешков, снова собирается маленькая вена.

В некоторых местах сеть очень плотная, капилляры расположены ближе друг к другу, чем даже в лапке лягушки; в других местах сеть более открытая, а капилляры шире расположены друг от друга; но везде, за несколькими исключениями, о которых вы узнаете со временем, есть капилляры, артерии и вены.

Предположим, вы были маленьким одиноким красным тельцем, совершенно одиноким в совершенно пустых кровеносных сосудах мертвого тела, зажатым в узком проходе капилляра, скажем, двуглавой мышцы руки, способным передвигаться и стремящимся исследовать страну, в которой вы оказались. У вас может быть два пути. Давайте сначала представим, что вы отправляетесь в путь, который мы назовем обратным. Протискиваясь по узкому проходу капилляра, в котором у вас едва хватало места для движения, вы через каждые несколько шагов проходили, по правую и по левую руку, отверстия в другие капиллярные каналы, такие же маленькие, как тот, в котором вы находились. Проходя мимо них, вы вскоре обнаружите, что проход расширяется, у вас будет больше места для передвижения, и чем больше отверстий вы пройдете, тем шире и выше станет туннель, по которому вы пробираетесь ошупью. Стены туннеля становились бы толще с каждым шагом, и их толщина и упругость говорили бы вам, что вы уже находитесь в артерии, но внутри все было бы восхитительно гладко. По мере того, как вы продвигались вперед, вы продолжали проходить мимо отверстий в похожие туннели, но чем дальше вы продвигались, тем меньше их становилось. Иногда туннели, в которые вели эти отверстия, были меньше, иногда больше, иногда того же размера, что и тот, в котором вы находились. Иногда один из них был настолько больше, что казалось бы абсурдным говорить, что он открывался в ваш туннель. Напротив, вам показалось бы, что вы выходите из узкого бокового прохода на большую широкую магистраль. Осмелюсь сказать, вы заметили бы, что каждый раз, когда один проход переходил в другой, он внезапно расширялся, а затем оставался примерно того же размера, пока не соединялся со следующим. Продвигаясь таким образом вперед, вы через некоторое время оказались бы в огромном туннеле, таком большом, что вам, бедной маленькой частичке, показалось бы, что вы совершенно потерялись в нем. Если бы вы кого-нибудь спросили, вам бы сказали, что это была главная артерия руки. Продвигаясь вперед по нему и проходя несколько, но по большей части больших отверстий, вы внезапно попадали в пространство настолько обширное, что поначалу вы едва ли могли осознать, что это туннель артерии, подобный тем, по которым вы путешествовали. Вы научились бы быть **аортой**, величайшей артерией из всех; и немного продвинувшись вперед, вы оказались бы в сердце.

Предположим, теперь вы вернулись по своим следам, предположим, вы вернулись от аорты к главной артерии руки и, таким образом, возвращались обратно по все более и более узким туннелям, пока снова не пришли к тому месту, с которого начали, а затем попробовали другой конец капилляра. Вы бы обнаружили, что это также привело вас, очень похожим образом, ко все более и более широким проходам. Только вы не могли не заметить, что, хотя внутри все проходы были такими же гладкими, как и раньше, стены и близко не были такими толстыми и прочными.

Из этого вы узнали бы, что находитесь в венах, а не в артериях. Вы также встретились бы с чем-то, подобного чему вы не видели в артериях (за исключением, возможно, только вблизи сердца). Время от времени вы натыкались на то, что ни за что на свете не походило на один из тех кармашков для часов, которые иногда вешают в изголовье кровати, кармашек для часов с отверстием, повернутым в ту сторону, куда вы идете. Это, как вы обнаружите, называлось **клапанами** было сделано из тонкой, но прочной мембраны или кожи. Иногда в более мелких венах вы встречали один кармашек для часов сам по себе, иногда два или даже три в ряд, и, смею предположить, вы могли заметить, что очень часто, сразу после прохождения одного из этих клапанов, вы оказывались в месте, где одна вена соединялась с другой.

Что ж, если бы не эти различия, ваше путешествие по венам было бы очень похоже на ваше путешествие по артериям, и в конце концов вы оказались бы в большой вене, название которой, как вы узнали, было бы **полая вена**, или полая вена (и поскольку, хотя аорта всего одна, есть две большие “полые вены”, **верхняя полая вена** или **верхняя полая вена**), и оттуда ваш следующий шаг снова был бы к сердцу. Итак, вы видите, начиная с капилляра (вы начали с капилляра в руке, но вы могли начать с любого капилляра где угодно), идете ли вы по артериям или по венам, вы, наконец, приходите к сердцу.

Прежде чем мы пойдем дальше, мы должны узнать кое-что о сердце.

**27.** Пойди и попроси у мясника ошипанную овцу. Скорее всего, такая же висит в его лавке. Посмотрите на него, прежде чем он снимет его. Крючок, на котором он висит, был проткнут через трахею. Вы увидите, что дыхательное горло овцы, как и у кролика, сплошь оплетено хрящевыми кольцами, только гораздо крупнее и грубее. Ниже трахеи проходят губчатые легкие, а между ними находится сердце, которое, возможно, покрыто кожей и поэтому его нелегко увидеть. К сердцу и легким прилегает огромная масса печени. Когда вы принесете мясо домой, отрежьте печень, срежьте кожу (она называется перикард), которая покрывает сердце, если ее еще не срезали, и выложите легкие на стол так, чтобы между ними было сердце. Тогда у вас получится что-то очень похожее на то, что

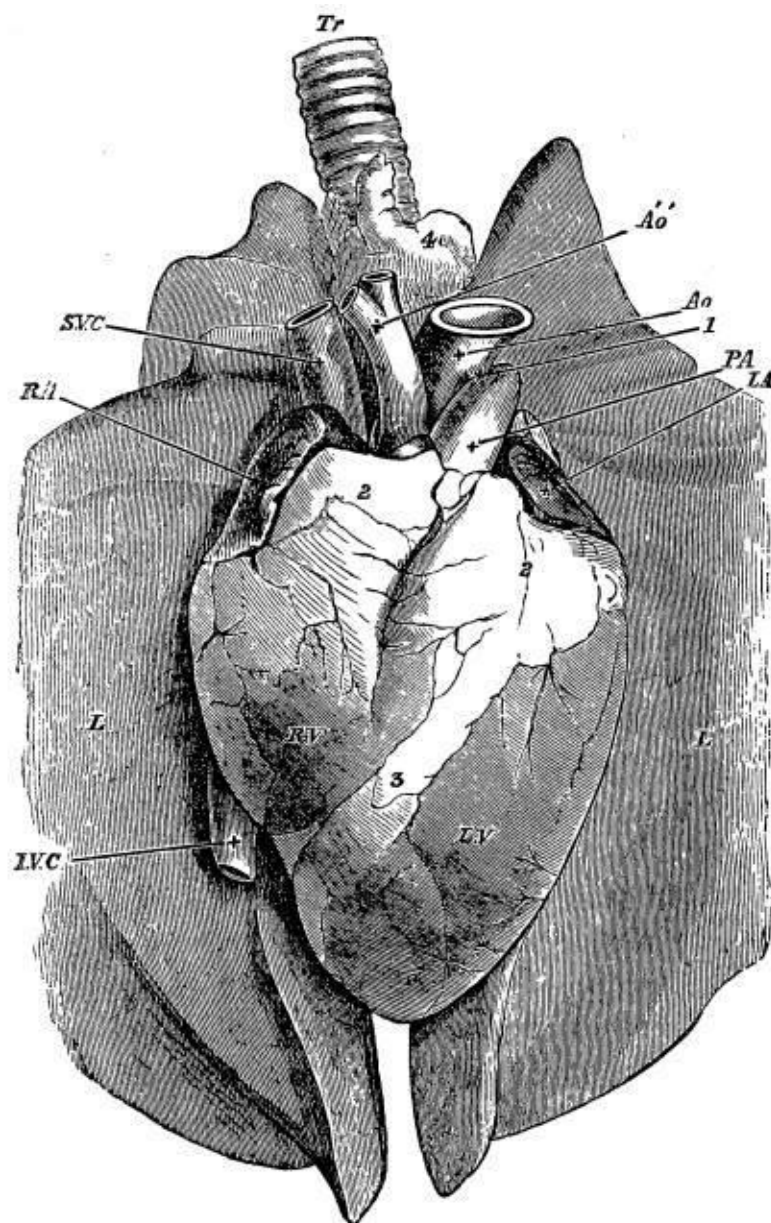


Рис. 5. Сердце овцы, видимое после извлечения из тела, лежит на Двух легких. Перикард был иссечен, но другого вскрытия не производилось.

R.A. Ушной отросток правого предсердия; L.A. ушной отросток левого предсердия; R.V. правый желудочек; L.V. левый желудочек; S.V.C. верхняя полая вена; I.V.C. нижняя полая вена; P.A. легочная артерия; Ao, аорта; Aó, безымянная ветвь от аорты, разделяющаяся на подключичную и сонную артерии; L. легкое; Tr. трахея. 1, часто присутствует твердый тяж, остаток некогда открытого сообщения между легочной артерией и аортой. 2, жировые отложения у основания часть желудочка скрывает от взгляда большую часть ушных раковин. 3, линия жира, отмечающая разделение между двумя желудочками. 4, масса жира, покрывающая трахею.

изображен на [рис. 5](#). Если бы вы могли заглянуть через переднюю часть собственной грудной клетки и увидеть свое сердце и легкие на месте, вы бы увидели нечто не такое уж и сильно отличающееся.

Если теперь вы возьметесь за сердце — а если вы хотите изучать физиологию, вы должны обращаться с другими вещами, — у вас не возникнет особых трудностей с поиском больших желтоватых трубок, обозначенных на рисунке как Ao и Aoo. Возможно, ваш мясник разрезал их не совсем так, как мой, но это не мешает вам узнать их. Вы заметите, какие у них толстые и

прочные стенки и как они зияют там, где их разрезали. *Ао* - это **аорта**, а *Аó* - большая ветвь аорты, идущая к голове и шее с одной стороны, возможно, та ветвь, по которой, как мы только что вообразили, путешествует вы, бедное маленькое красное кровяное тельце. Если бы вы пропустили провод через *Ао*, вы могли бы вывести его через *Ао* или *наоборот*. Но что такое *дыхательная система*, которая так похожа на аорту, хотя вы обнаружите, что она с ней никак не связана? Вы не можете провести в нее провод от аорты. Это также артерия, **легочная**<sup>[2]</sup> **артерия**. Нам еще предстоит сказать об этом напрямую.

Теперь попробуйте найти то, что обозначено на рисунке как *S.V.C.* и *I.V.C.* Возможно, у вас возникнут небольшие трудности с этим; и когда вы их найдете, вы поймете почему. Это большие вены тела. *S.V.C.* - это **верхняя полая вена**, к которой присоединяются все вены головы, шеи и рук, вена, по которой вы путешествовали некоторое время назад. *I.V.C.* - это **нижняя полая вена**, состоящая из всех вен туловища и ног. Будучи венами, они имеют тонкие дряблые стенки; и их бока плотно прилегают друг к другу, так что они кажутся не более чем маленькими складками кожи, и найти проход внутри них становится очень трудно. Но когда вы найдете отверстие в них, вы увидите, что вы можете растянуть их в довольно широкие трубки и что их стенки, хотя и намного тоньше, чем стенки аорты, настолько тонкие, что они почти прозрачны, все же в некотором роде прочны. Если вы просунете через них держатель для ручки или тонкую палочку, то обнаружите, что они оба, кажется, ведут прямо в середину сердца. С небольшой осторожностью вы можете провести стержнем вверх по *внутривенной Вен* и вывести его конец за верхнюю часть *внутривенной Вен*. Конечно, вы поймете, что обе эти жилки были коротко обрезаны.

**28.** Прежде чем мы продолжим разговор об овечьем сердце, позвольте мне рассказать вам кое-что о нем с помощью диаграммы на [рис. 6](#), которая должна представлять весь круг кровообращения. Вы должны помнить, что этот рисунок - это **диаграмма**, а не картинка; он не отражает того, как на самом деле устроены кровеносные сосуды в вашем собственном теле. Если бы у вас не было рук и ног, и если бы у вас было всего несколько капилляров в верхней части головы и в нижней части тела, это могло бы быть больше похоже на то, что есть на самом деле.

В центре рисунка изображено сердце. Оно, как вы увидите, полностью разделено вертикальной перегородкой на две половины, правую и левую. Каждая половина далее размечается, но не делится полностью, на

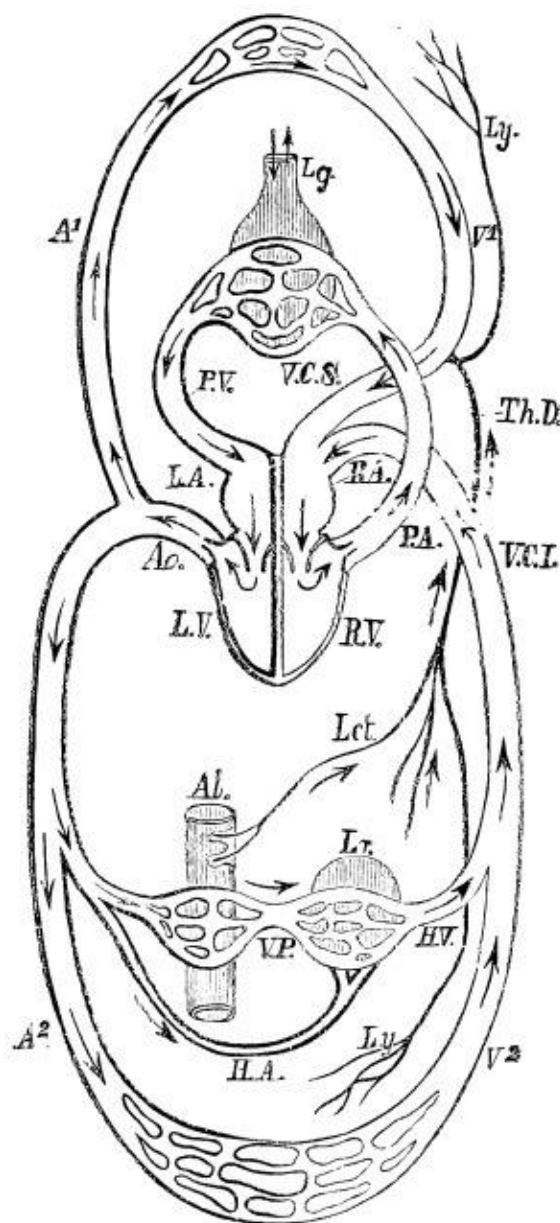


Рис. 6. Схема сердца и сосудов с ходом кровообращения, если смотреть сзади так, чтобы соответствующая левая сторона Наблюдателя соответствовала левой стороне Сердца на Схеме.

Л.А. левое предсердие; Л.В. левый желудочек; Ао. аорта; А1. артерии, ведущие к верхней части тела; А2. артерии, ведущие к нижней части тела; Н.А. печеночная артерия, снабжающая печень частью крови; V2. вены верхней части тела; V.P. портовая вена; Н.В. печеночная вена; V.C.I. нижняя полая вена; V.C.S. верхняя полая вена; R.A. правое предсердие; R.V. правый желудочек; P. A. легочная артерия; Lg. легкое; P.V. легочная вена; Lct. молочные железы; Ly. лимфатические сосуды; Th.D. грудной проток; А1. пищеварительный канал; Lr. печень. Стрелки указывают направление крови, лимфы и хилуса. Сосуды, содержащие артериальную кровь, имеют темные контуры, в то время как сосуды, по которым течет венозная кровь, имеют светлые контуры.

две камеры, верхняя камера и нижняя камера; таким образом, всего у нас четыре камеры: две верхние камеры, по одной с каждой стороны, обозначенные RA и L.A., называются **правым и левым предсердиями**; и две нижние камеры, по одной с каждой стороны, обозначенные R.V. и L.V., называются **правым и левым желудочками**. Правое предсердие, R.A., открывается в направлении, указанном стрелкой, в правый желудочек, R.V., отверстие которого, как мы увидим, закрыто клапаном. Левое предсердие, L.A., открывается в левый желудочек, L.V., отверстие также защищено клапаном; но вам придется пройти довольно окольный путь, чтобы попасть из правого предсердия или желудочка в левое предсердие или желудочек. Давайте посмотрим, как мы можем

обойти эту цифру. Предположим, мы начнем с двух трубок, помеченных как *V.C.S.* и *V.C.I.*, стенки которых нарисованы тонкими линиями. Оба они открываются в правое предсердие. Это верхняя и нижняя полая вены, которые вы только что разглядели в сердце овцы. Из правого предсердия вы легко попадаете в правый желудочек; оттуда, следуя стрелке, путь лежит прямо в трубку, обозначенную *П.А.* Это легочная артерия, внешнюю часть которой вы видели в сердце овцы ([рис. 5, П.А.](#)). Двигаясь по этой легочной артерии, вы попадаете в легкие, и, пройдя через ответвления, не представленные на рисунке, пробираясь через артерии, которые становятся все меньше и меньше, вы оказываетесь, наконец, в капиллярах легких. Протискиваясь через них, вы выходите к венам, и постепенно продвигаясь по все большим и большим венам, вы, все еще следуя стрелке, оказываетесь в одной из четырех крупных вен (на схеме представлена только одна из них), которые приводят вас в левое предсердие. Из левого предсердия это всего лишь прыжок в левый желудочек. Из левого желудочка открыт путь, как указано стрелкой, в трубку, обозначенную как *Ао.* Это предназначено для обозначения аорты, которую вы уже видели в сердце овцы ([рис. 5, Ао.](#)). Для простоты она здесь нарисована как разделяющаяся на две ветви, но вам уже сказали, и вы должны иметь в виду, что на самом деле она не разделяется таким образом, а выделяет довольно много ветвей различного размера. Однако, принимая фигуру в ее нынешнем виде, предположим, что мы путешествуем по *А<sup>2</sup>*. Следуя стрелке и проходя через артерии, которые постоянно становятся все меньше и меньше, мы, наконец, добираемся до капилляров где-нибудь в коже, или в какой-нибудь мышце, или в кости, или в мозге, или почти где угодно, фактически, в верхней части тела. Из капилляров мы переходим в вены, которые, соединяясь вместе и образуя таким образом все более крупные стволы, приводят нас, наконец, к точке, с которой мы начали, - верхней полую вену, *В.К.С.* Если бы мы пошли другим путем, *А<sup>2</sup>*, мы прошли бы через капилляры где-нибудь в нижней части тела, а не в верхней, и вернулись бы через нижнюю полую вену, *В.К.И.*, а не через верхнюю полую вену. **Начиная с правого предсердия, какой бы путь мы ни выбрали, мы всегда должны возвращаться к правому предсердию снова, и в нашем путешествии всегда следует проходить через следующие объекты в следующем порядке: правое предсердие, правый желудочек, легочную артерию, артерии, капилляры и вены легких, легочную вену, левое предсердие, левый желудочек, аорту, артерии, капилляры и вены где-либо в теле, а также верхнюю или нижнюю полую вену.** Таков ход обращения. Но кое-что еще нужно добавить. Среди множества крупных ветвей, не нарисованных на схеме, отходящих от аорты к нижней части тела, есть две ветви, которые нарисованы и заслуживают особого внимания.

Одно из них - большое ответвление, несущее кровь к трубке *А.Л.*, которая на схеме обозначает желудок, кишечник и некоторые другие органы. Эта ветвь, как и все другие ветви аорты, делится на мелкие артерии, а те - на капилляры, которые снова собираются в вены, образуя, наконец, большую вену, отмеченную на схеме *VP* и называемую **vena portae** или **воротной веной**. Примечательно то, что эта вена не идет, как все другие вены, прямо к полую вену, а направляется к печени, где делится на все более мелкие вены, пока, наконец, полностью не распадается в печени на множество капилляров. Эти капилляры снова собираются в вены, образуя, наконец, большой ствол, называемый **печеночной** <sup>[3]</sup> **веной, Н.В.**, которая делает то, что должна была делать воротная вена, но не сделала; она открывается прямо в полую вену.

Другая ветвь аорты, о которой мы говорим, идет прямо к печени и называется **печеночной артерией, Н.А.**: там она распадается в печени на мелкие артерии, а затем на капилляры, которые смешиваются с капиллярами воротной вены и образуют единую систему, из которой отходят печеночные вены. Итак, вы видите, что для красных кровяных телец, которые движутся вдоль нижней части аорты *А<sup>2</sup>*, имеет большое значение, поворачивает ли они в ответвление, идущее к пищеварительному каналу, или идет прямо, например, в ответвление, идущее к какой-либо части ноги. В последнем случае, пройдя через множество капилляров, он вскоре возвращается в полую вену и находится на своем пути к сердцу. Но если он поворачивает к пищеварительному каналу,

то после прохождения по капиллярам и попадания в воротную вену обнаруживает, что ему еще предстоит пройти через другой набор капилляров в печени, прежде чем он сможет пройти через печеночную вену в полую вену.

Таким образом, это и есть ход кровообращения. Правая сторона сердца, легочная артерия, капилляры легких, легочная вена, левая сторона сердца, аорта, где-то еще капилляры, иногда две пары, иногда одна, полая вена, снова правая сторона сердца. Маленькое тельце не может попасть из правой части сердца в левую, не пройдя через капилляры легких. Она не может попасть из левой части сердца в правую, не пройдя через какие-то капилляры где-то в теле, и если случится так, что она попадет в желудок, она должна пройти через две группы капилляров вместо одной.

Видите ли, у вас действительно два кровообращения, и у вас два сердца, соединенных в одно. Если бы вы были очень умелы, вы могли бы разделить сердце пополам и разъединить две стороны, и тогда у вас было бы одно сердце, принимающее все вены от тела и посылающее все свои артерии (ответвления легочной артерии) к легким, и другое сердце, принимающее все вены от легких и посылающее свои артерии (ответвления аорты) по всему телу. И у вас было бы два кровообращения, одно через легкие, а другое через все остальное тело, и оба соединялись бы друг с другом. Очень часто говорят о двух кругах кровообращения, и поскольку легкие намного меньше, чем остальная часть тела, кровообращение через легкие называется меньшим кровообращением, а через остальную часть тела - большим кровообращением.

**29.** Я описал кровообращение так, как если бы кровь всегда текла в одном направлении от правой стороны сердца к левой, от артерий к венам, как показано стрелками на диаграмме. И так оно и есть. Все не может пойти наоборот. **Почему все идет именно так? Почему все не может пойти наоборот?**

Причины следует искать частично в сердце, частично в венах.

**По венам кровь проходит только от капилляров к сердцу.** Почему не от сердца к капиллярам? Вы помните маленькие клапаны, похожие на кармашки для часов, тут и там, иногда поодиночке, иногда по два или три в ряд. **Вы помните, что отверстия кармашков для часов всегда были обращены к сердцу.** Теперь представьте себе скопление маленьких кровяных телец, спешащих по вене к сердцу. Когда они подходили к одному из этих клапанов часового кармана, они просто топтали его плашмя и таким образом проходили по нему, даже не подозревая, что он там есть, и продолжали свой путь, как будто ничего не случилось. Но предположим, что они двигались другим путем, от сердца к капиллярам. Когда они доходили до открытого отверстия клапана кармана для часов, некоторые из них обязательно попадали в карман, и тогда карман выпирал, и чем больше он выпирал, тем больше крови стекало в него, пока, наконец, он не был настолько наполнен кровью, что она плотно прилегала к верхушке вены, как показано на [рис. 7](#) (или, если их было два или три, они все сходились вместе), и таким образом полностью закупоривая вену. Если вы сомневаетесь в этом, сделайте кармашек для часов из кусочка шелка или хлопка, прикрепите его к листу коричневой бумаги и сверните бумагу в трубочку так, чтобы клапан хорошо располагался внутри трубки. Если вы насыплете немного гороха в трубочку так, чтобы горловина клапана была обращена в сторону от вас, он сразу просочится; но если вы попытаетесь насыпать его другим способом, ваш тубик вскоре засорится, а если вы осторожно развернете трубочку, то обнаружите, что карман для часов набит горошком.

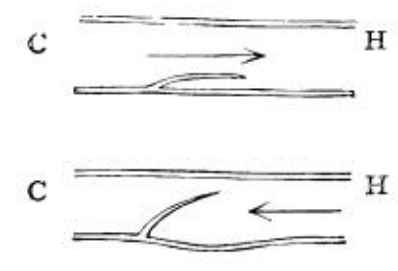


Рис. 7. Схематические сечения вен с клапанами.

На верхнем изображении предполагается, что кровь течет в направлении стрелки, к сердцу; на нижнем - в обратном направлении. С - со стороны капилляров; Н - со стороны сердца.

**Таким образом, клапаны в венах позволяют крови легко проходить от капилляров к сердцу, но не позволяют ей идти другим путем.** Если вы обнажите руку, вы можете увидеть несколько вен на коже, по которым кровь течет вверх от кисти к плечу. Если пальцем вы надавите на одну из этих вен сзади по направлению к руке, она набухнет, и если вы присмотритесь повнимательнее, то можете увидеть маленькие узелки тут и там, вызванные выпячиванием клапанов карманов для часов. Если вы надавите на нее в другую сторону, к локтю, вы легко опорожните ее, а если другим пальцем вы предотвратите попадание крови в вену сзади, то есть из руки, вена будет оставаться пустой очень долгое время.

Таким образом, наличие клапанов в венах является одной из причин, по которой кровь движется в одном направлении, но другие причины, и эти главные, следует искать в сердце.

Давайте теперь вернемся к овечьему сердцу.

**30.** Из диаграммы вы знаете, что две большие вены, верхняя и нижняя полая вены, впадают в правое предсердие. Если вы перережете эти две вены в сердце овцы, вы обнаружите, что они заканчиваются отдельными отверстиями в небольшой полости, внутренняя часть которой по большей части гладкая, а стенки, состоящие, как вы сразу увидите, из мышц, не очень толстые. Эта небольшая полость представляет собой правое ушко, показанное на [рис. 8, R.A.](#), где большие вены не были перерезаны, но передняя часть ушной раковины была отсечена. В этой ушной раковине, рядом с отверстиями в две большие вены и еще одно, которое принадлежит вене, идущей от самого сердца ([рис. 8, б](#)), есть довольно большое отверстие, ведущее прямо вниз, в которое вы входите

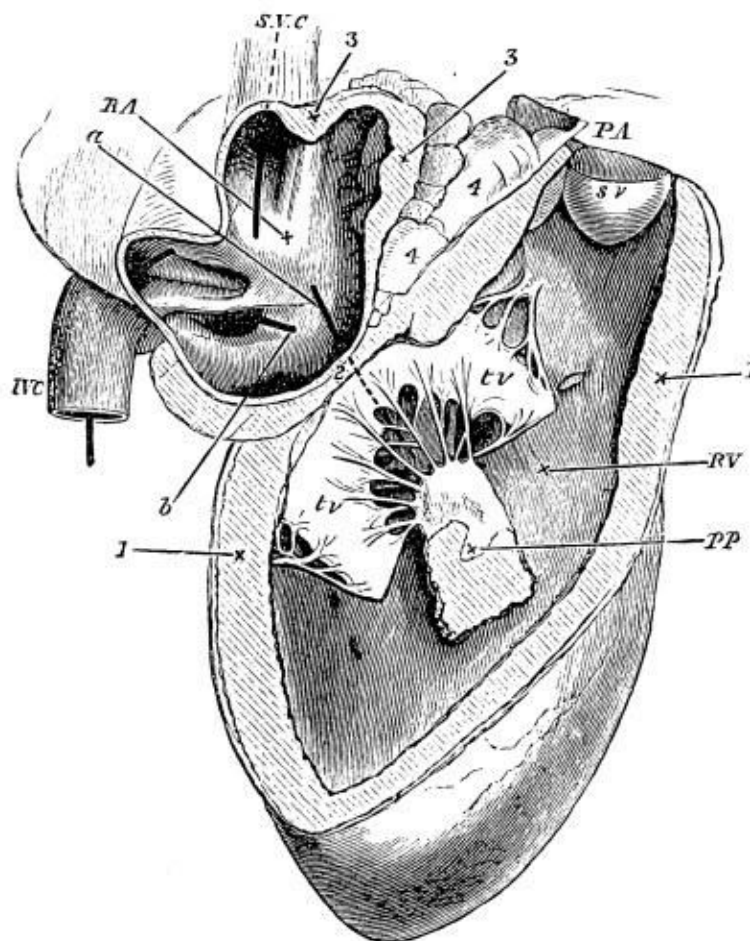


Рис. 8.Правая сторона сердца овцы.

Брюшная полость правого предсердия; S.V.C. верхняя полая вена; I.V.C. нижняя полая вена; (через каждое из них было пропущено по кусочку китового уса;) а - кусочек китового уса, пропущенный из ушной раковины в желудочек через ушно-желудочковое отверстие; б - кусочек китового уса, пропущенный в коронарную вену.

Р.В. полость правого желудочка; тв, тв, две створки трехстворчатого клапана: третья смутно видна за ними, буква "а", кусочек китового уса, проходящий между тремя. Между двумя створками, прикрепленными к ним сухожилиями хорд, видна сосочковая мышца, РР, отрезанная от места прикрепления к той части стенки желудочка, которая была удалена. Вверху желудочек заканчивается чем-то вроде воронки в легочной артерии, Р.А. Один из карманов полулунного клапана, sv, виден полностью, другой - частично.

1 - поперечный разрез стенки желудочка; 2 - положение ушно-желудочкового кольца; 3 - стенка ушной раковины; 4 - жировые отложения, расположенные между ушной раковinou и легочной артерией.

можешь сложить три пальца. Это отверстие, ведущее в правый желудочек; и у вас не возникнет трудностей с тем, чтобы просунуть пальцы из ушной раковины в желудочек и снова вынуть их.

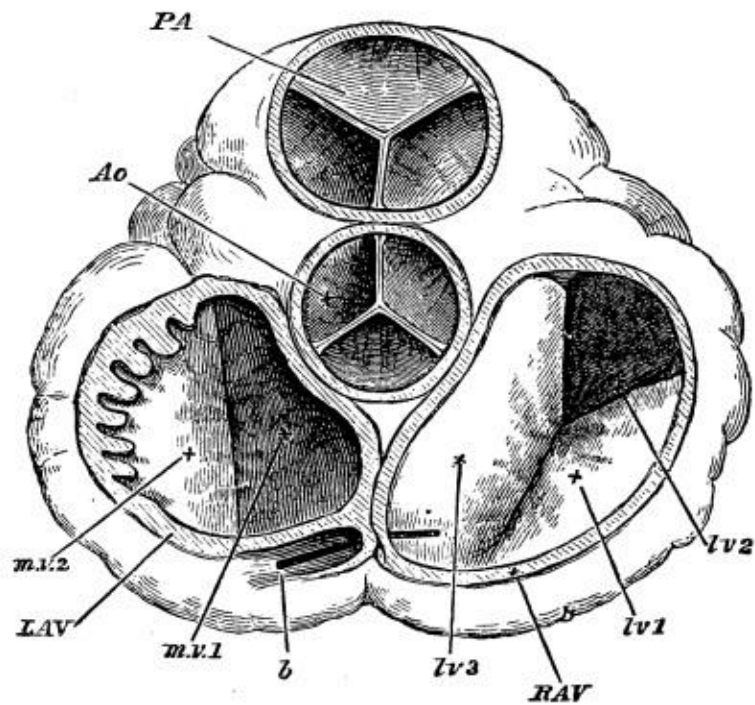


Рис. 9. Отверстия сердца, видимые сверху, Ушные раковины и Крупные сосуды отсечены.

П.А. легочная артерия с ее полулунными клапанами; Ao. аорта, ду.

Правое предсердно-желудочковое отверстие с тремя створками (1, 2, 3 левого желудочка) трехстворчатого клапана.

Л.А.В. левое предсердно-желудочковое отверстие с m.v. 1 и 2, створки митрального клапана; б, кусочек китового уса введен в коронарную вену. На левой части L.A.V. разрез ушной раковины проводится через ушной отросток; отсюда и зубчатый вид из-за рельефно срезанных поперек участков.

Но держите сердце одной рукой ушной раковиной вверх и попытайтесь влить немного воды в желудочек. Первые несколько ложек хорошо впитаются, а затем вы увидите, как какая-то тонкая белая кожица или мембрана всплывает в отверстие и полностью перекрывает вход из ушной раковины в желудочек;

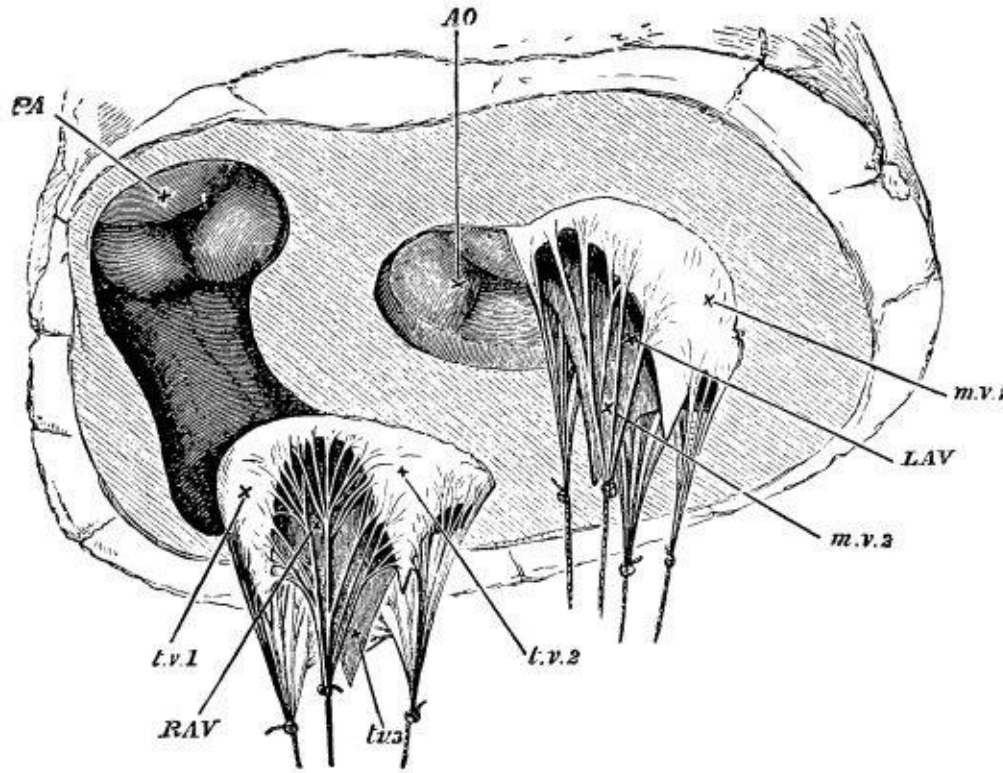


Рис. 10. Вид отверстий сердца снизу, все желудочки были вырезаны.

Правое предсердно-желудочковое отверстие, окруженное тремя створками, т.в. 1, т.в. 2, т.в. 3, трехстворчатого клапана; они растягиваются грузами, прикрепленными к сухожилиям хорд.

L.A.V. левое предсердно-желудочковое отверстие, окруженное таким же образом двумя створками митрального клапана m.v. 1, m.v. 2; P.A. отверстие легочной артерии, полулунные клапаны которого встретились и сомкнулись вместе; Ao. отверстие аорты с ее полулунными клапанами. Заштрихованная часть, ведущая от R.A.V. к P.A., представляет собой воронку, видимую на [рис. 8](#).

вода немедленно заполнит ушную раковину и потечет через нее. Если вы внимательно посмотрите на мембрану, когда она начинает выпячиваться, вы заметите, что она состоит из трех частей, соединенных вместе, как показано на [рис. 9](#) (ур. 1, ур. 2, ур. 3). Эти три части образуют клапан между правым предсердием и желудочком, называемый **трехстворчатым**, или трехстворчатым клапаном. Почему он так называется, вы поймете, если вскрыете правый желудочек, сделав разрез ножницами от ушной раковины до желудочка вдоль боковой стенки сердца или отрезав переднюю часть желудочка, как это было сделано на [рисунке. 8](#). Затем вы увидите, что клапан состоит из трех маленьких треугольных створок, которые срастаются вокруг отверстия, а их концы свисают вниз, в полость желудочка ([рис. 10](#), m.v.), однако они свисают не совсем свободно. Вы заметите прикрепленные к боковым сторонам створок тонкие нити, другие концы которых прикреплены к боковым сторонам желудочка и часто к маленьким мясистым выступам, называемым сосочковыми мышцами ([рис. 8](#), П.П.)

Как действуют эти клапаны? Таким образом. Когда желудочек пуст и в него из ушной раковины вливается кровь, вода или любая другая жидкость, клапаны с одной стороны прижимаются к стенкам желудочка, и таким образом образуется большое широкое отверстие из ушной раковины в желудочек. Но когда желудочек наполняется, кровь или вода проникает за створки и поднимает их к ушной раковине. Чем больше жидкости в желудочке, тем выше они всплывают, пока, когда желудочек полностью не заполнится, все они не соберутся вместе в середине отверстия между предсердием и желудочком и полностью не закупорят его. Но почему они не переходят прямо в ушную раковину и, таким образом, снова не открываются в ту сторону?

Из-за этих маленьких нитей (*сухожилия хорды*, как их еще называют), которые прикрепляют их к стенкам желудочка. Створки откидываются назад до тех пор, пока эти нити не натянутся достаточно туго, и нити не станут достаточно длинными, чтобы створки доходили до середины отверстия, но не дальше. Чем туже натянуты нити, тем плотнее створки прилегают друг к другу и тем полнее они перекрывают путь из желудочка обратно в ушную раковину.

**Таким образом, трехстворчатый клапан позволяет крови легко перетекать из правого предсердия в правый желудочек, но предотвращает ее перетекание из желудочка в ушную раковину.**

**31.** Теперь посмотрите на полость желудочка. Его стенки мясистые, то есть мускулистые, и вы заметите, что они намного прочнее и толще, чем стенки ушной раковины. Помимо отверстия, выходящего из ушной раковины, есть еще только одно, которое находится в верхней части желудочка, бок о бок с первым. Если вы просунете ручку или палец через это второе отверстие, вы обнаружите, что оно ведет в крупный сосуд, который вы уже научились распознавать как легочную артерию ([рис. 5](#), П.А.)

Разрежьте легочную артерию от желудочка ножницами, как это было сделано на [рис. 8](#), П.А. Вы сразу заметите линию, где заканчивается красная мягкая мякоть мышечного желудочка и начинается более плотный желтый материал, из которого сделана артерия. Как раз на этой линии вы увидите ряд из трех (возможно, вы обрезали один из трех ножницами) самых красивых клапанов для карманов для часов, выполненных по тому же принципу, что и клапаны в венах, только большего размера и с более изысканной отделкой. Они называются **полулунными клапанами**, потому что каждый карман имеет форму полумесяца. Осторожно поднимите их и посмотрите, какие они нежные и в то же время крепкие. Нет необходимости объяснять вам, как их использовать. Вы сразу это поймете. **Они предназначены для того, чтобы позволить крови течь из желудочка в легочную артерию и предотвратить обратный отток крови из артерии в желудочек.**

Таким образом, на правой стороне сердца у нас есть два больших клапана: трехстворчатый клапан между предсердием и желудочком и полулунный клапан между желудочком и легочной артерией. Они позволяют крови легко течь в одну сторону, но не в другую. Если вы сомневаетесь в этом, попробуйте. Введите трубку либо в верхнюю, либо в нижнюю полую вену свежего сердца, привязав другую полую вену и еще одну трубку к легочной артерии. Если с помощью воронки вы нальете воду в трубку в вене, она пройдет через предсердие и желудочек и выйдет через трубку в легочной артерии настолько легко, насколько это возможно; но если вы попытаетесь влить воду другим путем в легочную артерию, вы обнаружите, что у вас это не получится; трубка напрямую закупоривается, и только несколько капель попадают обратно через сердце в вену.

Теперь разрежьте легочную артерию как можно глубже и обратите внимание, насколько прочны ее стенки. Вы обнаружите, что вскоре она делится на две ветви: одну для правого легкого, другую для левого. Каждая из них, когда попадает в легкое, делится на ветви, а те снова на другие, насколько вы можете проследить за ними. Из того, что вы уже узнали, вы знаете, что эти ответвления заканчиваются капиллярами по всему телу легких.

**32.** Недалеко от двух основных ответвлений легочной артерии вы обнаружите, возможно, покрытые жиром и другими веществами, несколько трубок, в которых вы сразу узнаете вены, и если вы откроете любую из них, то обнаружите, что в нее можно вставить тонкий стержень, и что он ведет в одном направлении к легким, а в другом - к левой стороне сердца. Это *легочные вены*, и если вы их перережете, то обнаружите, что они открываются (четырьмя отверстиями) в полость с левой стороны сердца, почти точно такую же, как полость с правой стороны, которую мы назвали правым предсердием ([рис. 11](#)). Эта полость на самом деле является **левым предсердием**; из нее есть отверстие в левый желудочек, очень похожее на отверстие из правого предсердия в правый желудочек. Он также защищен закрылками, точь-в-точь как трехстворчатый клапан, только в нем всего две створки вместо трех ([рис. 9](#), т.в. 1, т.в. 2). Поэтому этот клапан называется

**двустворчатым**, или чаще **митральным** клапаном. Его створки имеют маленькие нити, с помощью которых они прикрепляются к стенкам желудочка, и фактически, за исключением двух створок вместо трех, митральная клапан в точности похож на трехстворчатый клапан и действует точно так же.

Если вы сделаете разрез ножницами от ушной раковины до желудочка, вы обнаружите, что левый желудочек (рис. 11) очень похож на правый желудочек, только его стенки намного толще, настолько, что левый желудочек занимает большую часть сердца. Вы увидите это, если сейчас посмотрите на внешнюю сторону свежего сердца.

Ушные раковины такие маленькие и так покрыты жиром, что снаружи их вообще почти не видно. То, что вы видите в основном, - это два маленьких мясистых уголка, по одному на каждой ушной раковине (рис. 5, R.A. L.A.), которые часто называют “ушными придатками”. Гораздо большую часть занимают желудочки — и если вы присмотритесь, то увидите полосу жира, пересекающую сердце наискось (рис. 5, 3). Это отмечает линию мясистого отдела, или **перегородки**, как ее еще называют, между двумя желудочками. Вы заметите, что точка, или верхушка сердца, полностью принадлежит левому желудочку.

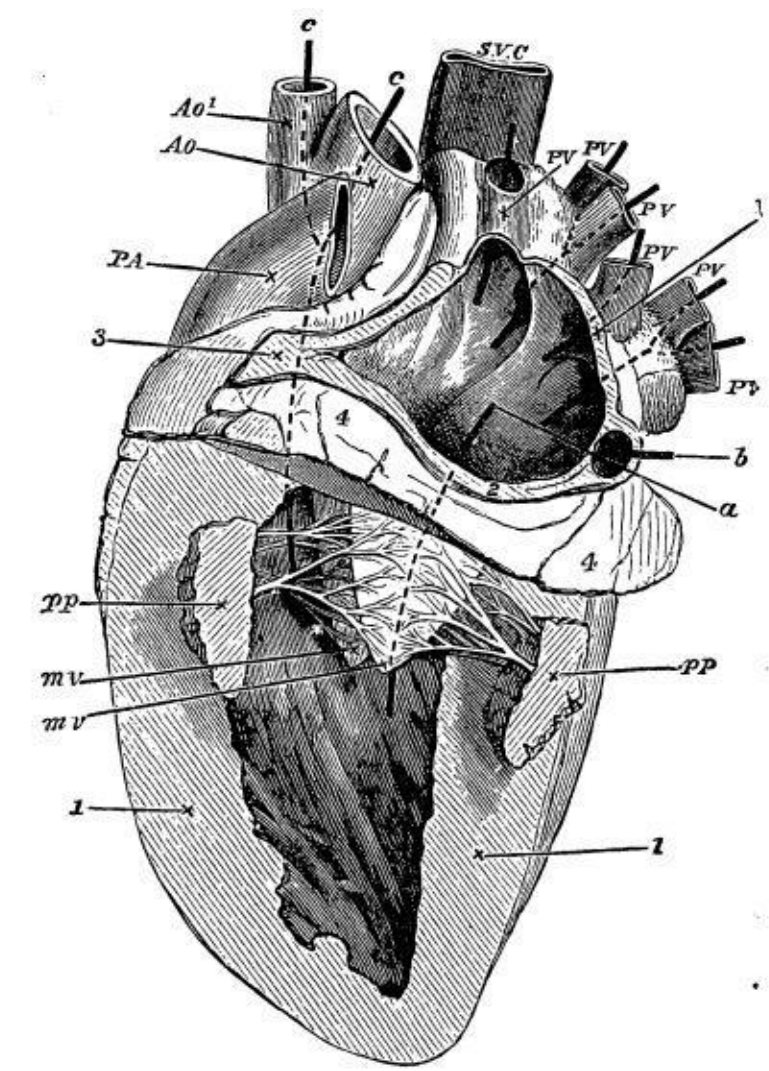


Рис. 11. Левая сторона Сердца барана (раскрытого).

П.В. легочные вены, впадающие в левое предсердие через четыре отверстия, как показано накладками или кусочками китового уса, помещенными в них: а) накладка, ведущая из предсердия в желудочек через ушно-желудочковое отверстие; б) накладка,

ведущая в коронарную вену, которая, хотя и не имеет связи с левым предсердием, судя по ее положению, обязательно перерезана поперек, открывая таким образом ушную раковину.

М.В. две створки митрального клапана (нарисованы несколько схематично): рр, сосочковые мышцы, принадлежащие, как и прежде, к отрезанной части желудочка; с, стержень, проведенный из желудочка в АО. аорту; Ао2. ветвь аорты (см. [рис. 5, А](#)); Р.А. легочная артерия; S.V.C. верхняя полая вена.

1, стенка желудочка, разрезанная поперек; 2, стенка ушной раковины, разрезанная вокруг ушно-желудочкового отверстия; 3, другие участки стенки ушной раковины, разрезанные поперек; 4, жировая масса вокруг основания желудочка (см. [рис. 5, 2](#)).

Вернуться внутрь левого желудочка. В верхней части желудочка, недалеко от отверстия, выходящего из ушной раковины, есть еще одно отверстие, и только одно. Если вы просунете в это отверстие палец, вы обнаружите, что оно ведет к трубке, которая сначала опускается под легочную артерию или позади нее, а затем снова поднимается и выходит вперед. Эта трубка - то, что вы уже знаете как **аорта**. Если вы разрежете его от желудочка (а для этого вам нужно перерезать легочную артерию), вы обнаружите, что с левой стороны, как и с правой, красная мясистая стенка желудочка внезапно переходит в желтую твердую стенку артерии, и что как раз на этой линии находятся три полулунных клапана, точно таких же, как в легочной артерии.

**Таким образом, на левой стороне сердца у нас также есть два клапана: митральный между предсердием и желудочком и полулунный между желудочком и аортой. Они пропускают кровь в одну сторону, а не в другую. Вы можете легко вывести жидкость из легочных вен через предсердие и желудочек в аорту, но вы не можете отправить ее обратно другим путем из аорты.**

Таким образом, это причины, по которым кровь будет проходить только одним путем, как я сказал. Существуют наборы клапанов, открывающихся в одну сторону и закрывающихся в другую. Этими клапанами являются трехстворчатый между правым предсердием и правым желудочком, легочные полулунные клапаны между правым желудочком и легочной артерией, митральный клапан между левым предсердием и левым желудочком, аортальные полулунные клапаны между левым желудочком и аортой и клапаны, которые разбросаны по венам тела. Из них, безусловно, наиболее важными являются клапаны в сердце: они выполняют основную работу; клапаны в венах делают немногим больше, чем помогают.

**33.** Что ж, теперь мы понимаем, не так ли? почему кровь, если она вообще движется, движется только одним способом. По-прежнему остается вопрос, **почему кровь вообще движется?**

Вы знаете, что в течение жизни все продолжает двигаться. Вы видели, как он движется в перепонке лягушачьей лапки — и всякий раз, когда любую часть тела удастся рассмотреть под микроскопом, можно увидеть тот же самый поток красных кровяных телец по узким каналам. Вы знаете, что он движется, потому что, когда вы перерезаете кровеносный сосуд, кровь вытекает наружу. Если вы перерезаете артерию поперек, кровь хлещет из того конца, который находится ближе всего к сердцу; если вы перерезаете вену поперек, кровь поступает больше всего из конца, ближайшего к капиллярам. Если вы хотите остановить кровотечение из артерии, вы перевязываете ее между порезом и сердцем; если вы хотите остановить кровотечение из вены, вы перевязываете ее между порезом и капиллярами. Теперь вы понимаете, почему существует такая разница между перерезанной артерией и перерезанной веной. И вы видите, что это само по себе является доказательством того, что кровь движется по артериям от сердца к капиллярам, а по венам от капилляров к сердцу.

Кровь не только всегда движется, но и движется очень быстро. Она проходит по крупным артериям со скоростью, возможно, десять дюймов в секунду. По небольшому количеству капилляров, по которым ему приходится проходить, он ползет медленно, но иногда ему удается проделать весь путь от вены к вене примерно за полминуты.

Оно всегда движется с такой скоростью, и когда оно перестает двигаться, вы умираете.

### Что заставляет его двигаться?

Предположим, у вас есть длинная тонкая мышца, прикрепленная одним концом к чему-то твердому, а на другом конце висит груз. Вы знаете, что каждый раз, когда мышца сокращается, она натягивает вес и вытягивает его вверх. Но предположим, что вместо того, чтобы вешать груз на мышцу, вы обернули мышцу вокруг мочевого пузыря, полного воды. Что тогда происходило бы каждый раз, когда мышца сокращалась? Очевидно, это сдавливало бы мочевой пузырь, и если бы в мочевом пузыре было отверстие, часть воды была бы выдавлена. Именно это и происходит в сердце. Вы уже узнали, что сердце является мышечным. Каждая полость сердца, каждое предсердие и каждый желудочек представляют собой, так сказать, тонкий мешок с множеством мышц, обернутых вокруг него. В обычной мышце тела пучки волокон, из которых состоит мышца, аккуратно и регулярно располагаются бок о бок. Вы можете очень хорошо видеть это на примере отварной говядины, которая представляет собой чуть больше, чем массу мощных мышц, расходящихся в разные стороны. Вы знаете, что если вы попытаетесь нарезать тонкий ломтик прямо поперек круга, то в одной части ваш разделочный нож войдет “по зернышку” мяса, *т.е.* вы разрежете волокна вдоль; в другой части он войдет “против волокон”, *т.е.* вы разрежете волокна поперек. В обеих частях пучки волокон будут проходить очень равномерно. Но в сердцевине пучки переплетены друг с другом очень удивительным образом, так что очень трудно различить зерна. Они расположены таким образом, что мышечные волокна могут сжимать все части каждого мешка одновременно.

Таким образом, каждая полость сердца, предсердие или желудочек, представляет собой тонкий мешок с сетью мышц, обернутых вокруг него, и каждый раз, когда мышцы сокращаются, они сжимают мешок и пытаются вытеснить все, что в нем находится. В желудочках больше мышц, чем в ушных раковинах, и больше в левом желудочке, чем в правом, поскольку мы уже видели, насколько желудочки толще ушных раковин, а левый желудочек толще правого; и вся толщина состоит из мышц.

И вот теперь возникает удивительный факт. Эти мышцы предсердий и желудочков всегда находятся в процессе работы, сокращаясь и расслабляясь, укорачиваясь и удлиняясь сами по себе, пока сердце живо. Бицепс вашей руки сокращается только тогда, когда вы заставляете его сокращаться. Если вы сохраняете спокойствие, ваша рука остается спокойной, и ваш бицепс остается спокойным. Но ваше сердце никогда не остается спокойным. Бодрствуете ли вы или спите, бегаєте ли вы или лежите совершенно неподвижно, что бы вы ни делали или не делаете, пока вы живы, ваше сердце продолжает неуклонно работать. Каждую секунду, или, скорее, чаще, происходит короткое резкое сжатие со стороны ушных раковин, со стороны обеих в одно и то же время, и как только ушные раковины заканчивают свое сжатие, происходит сильное объятие со стороны желудочков, со стороны обоих одновременно, но гораздо более сильное объятие слева, чем справа; и затем на короткое время наступает совершенная тишина. Но не проходит и секунды, как предсердия начинают формироваться снова, а вслед за ними снова желудочки, и, таким образом, сокращение и расслабление стенок полостей сердца, это так называемое биение сердца, это короткое смыкание двух предсердий, это более продолжительное и устойчивое напряжение двух желудочков продолжается в вашем собственном теле еще до вашего рождения и будет продолжаться до тех пор, пока не наступит момент, когда друзья, собравшиеся у вашей постели, скажут, что вы “умерли”.

### 34. Но как это биение сердца заставляет кровь двигаться? Давайте посмотрим.

Помните, что у вас есть, или когда вы станете чуть постарше будет, разливают в закрытые кровеносные сосуды вашего тела около 12 кг. крови. Вы видели, что сердце и кровеносные сосуды образуют систему замкнутых трубок; стенки в некоторых местах, например, в капиллярах, очень тонкие, но они прочные и цельные - и хотя путь от капилляров через вены, сердце и артерии к капиллярам снова открыт, из трубок нет другого выхода, кроме как проделать брешь где-нибудь в стенках.

Эта закрытая система сердца и трубок довольно хорошо заполнена 12 фунтами. крови.

Что же тогда должно происходить каждый раз, когда сердце сокращается?

Давайте начнем с правого желудочка. Предположим, что он полон крови. Он сокращается. Кровь в нем, сдавленная со всех сторон, пытается вернуться в правое предсердие, но трехстворчатые створки были отодвинуты и преграждают путь. Чем больше кровь давит на них, тем плотнее они становятся и тем полнее перекрывают всякую возможность попадания в ушную раковину.

Путь в легочную артерию открыт, кровь может поступать туда. Но постойте, артерия уже полна крови, как и капилляры и вены в легком. Да, но артерия будет сильно растягиваться. Возьмите кусок легочной артерии и, перевязав один конец, накачайте или налейте воды в другой; вы увидите, насколько она растянется. Таким образом, в легочную артерию поступает кровь, растягивая ее, чтобы найти место. По мере того как желудочек сжимается и разжимается, пока его стенки не сойдутся посередине, вся кровь, которая была в нем, находит выход в артерию. Но биение желудочка вскоре прекращается, сжатие прекращается, и кровь возвращается в желудочек, или могла бы вернуться, только первые несколько капель, которые отскакивают назад, улавливаются полулунными клапанами кармашка для часов. Эти клапаны отлетают назад с резким щелчком (ибо то, о чем мы говорим, происходит за доли секунды), и вся дальнейшая отдача прекращается. Кровь была выдавлена из желудочка и благополучно попала в легочную артерию.

Но легочная артерия очень сильно растянута. Он был довольно полон до того, как в него поступило это свежее количество крови; теперь он переполнен - по крайней мере, та его часть, которая ближе всего к сердцу, переполнена. Что происходит дальше? Что происходит, когда вы растягиваете кусок каучука, а затем отпускаете его? Он возвращается к своему прежнему размеру. Желудочек растянул прилегающий к нему участок легочной артерии сверх естественного размера, а затем (когда он перестал сокращаться) отпустил его. Соответственно, участок легочной артерии пытается вернуться к своему прежнему размеру, и поскольку он не может направить кровь обратно в желудочек, он сдавливает ее до следующего участка артерии, расположенного ближе к капиллярам, растягивая его в свою очередь.

Это, в свою очередь, снова направляет его на следующий кусочек - и так далее, прямо к капиллярам. Переполненная легочная артерия, растянутая так, что вмещает больше, чем она может вместить в действительности, опорожняется через капилляры в легочные вены до тех пор, пока не наполнится более чем достаточно. Но легочные вены также уже переполнены, — что им делать? Опорожнить излишки в левое предсердие. Чаше, чем каждую секунду, наступит время, когда они смогут это сделать.

Ибо в то же самое время, когда правый желудочек перекачал некоторое количество крови в легочную артерию и благополучно поместил ее туда, левый желудочек перекачал такое же количество крови в аорту, благополучно поместил ее туда и сам остался пустым. Но как раз в этот момент левое ушко начало сокращаться и выдавливать кровь, которая была в нем.

Куда могла пойти эта кровь? Она не могла вернуться в легочные вены, потому что они уже были заполнены, и кровь в них вытеснялась переполненными легочными артериями. Но она могла легко пройти в пустой желудочек — и в нем перевернулась, митральные створки легко отлетели назад и широко раскрылись. И так ушная раковина опорожнилась в желудочек. Но теперь ушная раковина перестает сокращаться — ее стенки больше не сжимаются — она пуста и хочет наполнения, и вот наступает момент, когда легочные вены могут влить в нее кровь, которая была нагнана в них переполненной легочной артерией.

Таким образом, правый желудочек направляет кровь в переполненную легочную артерию, легочная артерия перетекает в легочные вены, легочные вены переносят избыток крови в пустое левое предсердие, левое предсердие вдавливает ее в пустой левый желудочек, левый желудочек перекачивает ее в аорту - (растяжение аорты и ее ветвей — это то, что мы называем пульсом) — переполненная аорта перетекает так же, как и легочная артерия, через капилляры тела в большую

полую вену - через них кровь попадает в пустое правое предсердие. ушная раковина, правая ушная раковина загоняет его в пустой правый желудочек, а полный правый желудочек — это точка, с которой мы начали.

Таким образом, попеременные сокращения предсердий и желудочков, благодаря клапанам в сердце и венах, перекачивают кровь, удар за ударом, по широкой системе трубок; и, таким образом, в каждом капилляре по всему телу мы обнаруживаем, что кровь сдавливается сзади переполненными артериями, а спереди для нее открыт путь, благодаря предсердиям, которые раз в секунду или чаще становятся пустыми и готовы принять свежий приток из вен. Таким образом, происходит так, что каждый маленький фрагмент вашего тела омывается кровью, которая несколько мгновений назад была в вашем сердце, а за несколько мгновений до этого была в какой-то другой части вашего тела. Таким образом, ни одна часть вашего тела не может оставаться сама по себе; кровь делает все вещи общими, когда она перелетает с места на место. Красное тельце, которое минуту назад находилось в вашем мозгу, теперь, возможно, находится в вашей печени, а через минуту может оказаться в мышце вашей руки или в кости вашей ноги: куда бы оно ни направилось, ему есть что принести и за чем угнаться. Беспокойное сердце вечно гонит бурлящую кровь, которая, куда бы она ни направлялась, покупает и продает, заключая, возможно, случайные сделки, когда она разносится по крупным артериям и венам, но наиболее бурная из всех, когда задерживается в узких проходах капилляров.

35. Когда вы смотрите на большой город с высоты, например, на Лондон с собора Святого Павла, вы видите простирающуюся под вами сеть улиц, ячейки которых заполнены кварталами домов. Вы можете наблюдать за толпами людей и повозок, толкающихся по улицам, но работа в домах скрыта от вашего взгляда. И все же вы знаете, что какой бы оживленной ни казалась улица, суматоха и пресса, которые вы там видите, являются всего лишь признаками реального бизнеса, который ведется в доме.

То же самое происходит с любым участком тела, на который вы смотрите в микроскоп. Вы можете наблюдать, как красная кровь течет по сети капиллярных улочек. Но каждая сетка, ограниченная красными линиями, заполнена живой плотью, представляет собой блок крошечных домиков, построенных из мышц, кожи или мозга, в зависимости от обстоятельств. Вы не можете увидеть многого, что там происходит, каким бы сильным ни был ваш микроскоп; и все же именно там происходит основная работа. В городе сырье доставляется на фабрику по улице, и изготовленное изделие может быть снова вынесено на улицу, но шум труда слышен за воротами фабрики. В организме кровь внутри капилляра представляет собой поток сырья, из которого вот-вот превратятся мышцы, или кости, или мозг, и вещества, которое, будучи мышцами, или костями, или мозгом, больше не приносит никакой пользы и находится на пути к выбрасыванию. Фактическое формирование мышц, костей или мозга продолжается, и работа каждого из них осуществляется вне крови, на маленьких участках ткани, в которые не проникают красные тельца.

Капилляры представляют собой закрытые трубки; они удерживают красные тельца на своем месте. Но их стенки настолько тонки и ажурны, что позволяют водянистой плазме крови, бесцветной жидкости, в которой плавают кровяные тельца, просачиваться через них в участки внутри сетки. Вы, наверное, знаете, что многие предметы проходят через тонкую кожу и мембраны, в которых невозможно обнаружить отверстий даже после самого тщательного поиска. Если вы положите горох в мочевого пузырь и завяжете горлышко, горох не вылезет наружу до тех пор, пока мочевого пузырь не будет развязан или порван. Но если бы вы налили раствор сахара или соли в мочевого пузырь и поместили мочевого пузырь с туго завязанным горлышком в таз с чистой водой, вы бы обнаружили, что очень скоро вода в тазу приобретет вкус сахара или соли - и при этом вы не смогли бы обнаружить никакого отверстия, каким бы маленьким оно ни было, в мочевого пузыре. Помещая различные вещества в мочевого пузырь, вы обнаружите, что твердые частицы и предметы, которые не растворяются в воде, остаются внутри мочевого пузыря, тогда

как сахар, соль и многие другие вещества, которые растворяются в воде, будут проходить через мочевой пузырь в воду снаружи и будут продолжать проходить, пока вода в тазу не станет такой же насыщенной сахаром или солью, как вода в мочевом пузыре. Это свойство, которым обладают мембраны, такие как мочевой пузырь, пропускающие через себя определенные вещества, называется **осмосом**. Вы сразу увидите, какую важную роль это играет в вашем собственном теле. Главным образом, именно за счет осмоса сырой питательный материал из крови попадает в маленькие островки плоти, расположенные, как мы видели, в сети капилляров. Главным образом, благодаря осмосу изношенные вещества из тех же островков возвращаются в кровь. Главным образом, благодаря осмосу пища попадает из желудка в кровь. Главным образом, благодаря осмосу отходы жизнедеятельности выводятся из крови и, таким образом, полностью выводятся из организма. Благодаря осмосу кровь питает и очищает плоть. Благодаря осмосу кровь сама по себе питается и поддерживается в чистоте.

Есть две основные вещи, с помощью которых питается кровь, а через кровь - тело. Это пища и воздух. Воздух, который у нас всегда с собой, нам не нужно покупать его или трудиться ради него; поэтому мы берем его так, как нам хочется, понемногу и часто. Мы не запасаемся им и не можем выносить его отсутствия дольше нескольких мгновений.

Для получения пищи нам приходится трудиться; время от времени, с интервалом в несколько часов, мы запасаем ее в нашем организме в виде того, что мы называем приемами пищи, и можем обходиться без свежих запасов часами или даже днями.

Давайте прежде всего посмотрим, как кровь, а через кровь и тело, питаются воздухом.

## **КАК КРОВЬ ИЗМЕНЯЕТСЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВОЗДУХА: ДЫХАНИЕ. § VI.**

**36.** Я уже говорил, возможно, не раз, что наши мышцы горят, горят влажным способом, не давая света. И когда я говорю о наших мышцах, я мог бы сказать обо всем нашем теле, некоторые части которого горят сильнее, чем другие.

Из вашего Учебника по химии (статья 2, стр. 2) вы узнали, что происходит, когда свечу помещают в закрытую банку с чистым воздухом. Кислорода становится меньше, на его место приходит углекислота, и через некоторое время свеча гаснет из-за нехватки кислорода для продолжения того окисления, которое является сутью горения. Вы также знаете, что точно то же самое произошло бы, если бы вы (только вам не нужно было этого делать) положили в банку птицу или мышь вместо свечи. Кислород уходил, поступала углекислота, и маленький огонек жизни в мыши мигал и гас, и через некоторое время ее тело остывало.

Но предположим, что вы положили рыбу или улитку в банку с чистой пресной водой и плотно закупорили банку. На первый взгляд кажется, что в банке нет воздуха. Но он есть. Если бы вы взяли эту пресную воду и поместили ее под воздушный насос, вы могли бы откачать из нее пузырьки воздуха; и если бы вы исследовали эти пузырьки, то обнаружили бы, что они содержат кислород и азот с очень небольшим количеством углекислоты. **Вода содержит растворенный воздух.** После того, как рыба или улитка пробудут некоторое время в банке, вы увидите, как пламя их жизни замерцает и погаснет, точно так же, как пламя птицы в воздухе; и если вы затем откачаете воздух из воды, то обнаружите, что кислорода почти не осталось и его место заняла углекислота.

Таким образом, вы видите, что воздухом, как мы его называем, можно дышать, даже когда он растворен в воде.

Теперь вернемся к нашим мышцам. Когда вы наблюдали за кровообращением в лапке лягушки, вы могли отличить артерию от вены, потому что в артерии кровь текла к капиллярам, а в вене - от них. И артерия, и вена были довольно красными и примерно одного оттенка. Но если бы вы могли увидеть в своем собственном теле большую артерию, идущую к вашей двуглавой мышце, и большую вену, отходящую от нее, вы бы сразу были поражены разницей в цвете между ними. Артерия будет выглядеть ярко-алой, вена - темно-фиолетовой; и если вы уколете обе, кровь

хлынет из артерии ярко-алой струей, а из вены - пузырящейся темно-фиолетовой струйкой. И где бы вы ни обнаружили артерию или вену (за большим исключением, о котором мне придется говорить прямо), кровь в артерии будет ярко-алой, а в вене - темно-фиолетовой. Поэтому мы называем ярко-алую кровь, которая находится в артериях, **артериальной кровью**, а темно-фиолетовую кровь, которая находится в венах, **венозной кровью**.

В чем разница между этими двумя? Если бы вы откачали немного артериальной крови, как вы это делали из воды, в которую опустили рыбу, вы смогли бы получить из нее немного воздуха или, точнее, немного газа; на самом деле, гораздо больше газа, чем вы получили из воды. Пинта крови даст вам полпинты газа. Этот газ, который вы обнаружите при исследовании, не является воздухом, *т.е.* Не состоит из большого количества азота и остального кислорода. (Химическая грунтовка, статья 9.) Азота должно быть очень мало, но кислорода много, и еще больше углекислоты.

Если бы вы откачали немного венозной крови, вы получили бы примерно столько же газа, но он был бы совсем другим по составу. Небольшое количество азота осталось бы примерно таким же, но кислорода исчезло бы примерно наполовину, в то время как содержание углекислоты значительно увеличилось бы.

Таким образом, одно большое различие (ибо есть и другие) между венозной и артериальной кровью заключается в том, что, хотя **и та, и другая содержат растворенные в них кислород, азот и углекислоту, венозная кровь содержит меньше кислорода и больше углекислоты, чем артериальная.**

**37. Проходя по капиллярам на пути к вене, кровь в артерии теряет кислород и приобретает углекислоту.** Куда делся кислород? Откуда берется углекислота? К островкам плоти между капиллярами и обратно, к бескровному мышечному волокну, кусочку нерва или коже, вокруг которых обвиваются кровеносные капилляры. Кислород перешел из крови внутри капилляров к плоти снаружи; из плоти снаружи углекислота перешла в кровь внутри капилляров. И это происходит по всему телу. Повсюду плоть дышит кровью, дышит газом, растворенным в крови, подобно тому, как рыба дышит водой, *то есть* дышит воздухом, растворенным в воде.

Течет повсюду, за одним большим исключением. Есть одна большая артерия со своими ответвлениями, в которых кровь не яркая, алая, артериальная, а темная, фиолетовая, венозная. Есть определенные крупные вены, в которых кровь не темная, фиолетовая, венозная, а яркая, алая, артериальная. Вы знаете, какие они. Легочная артерия и легочные вены. Кровь в легочных венах содержит больше кислорода и меньше углекислоты, чем кровь в легочной артерии. **Оно теряло углекислоту и получало кислород, проходя по капиллярам легких.**

**38.** Что такое легкие? Как вы видели их у кролика или как вы можете видеть их у овцы, они сжались и съежились. Сейчас мы узнаем почему. Но если вы подуете в них через трахею, которая делится на ветви, по одной для каждого легкого, вы сможете выдуть их гораздо больше. На самом деле это мочевые пузыри, которые можно наполнить воздухом, но которые, предоставленные самим себе, сразу же снова опорожняются.

Это мочевые пузыри своеобразной конструкции. Представьте себе густой низкорослый кустарник или дерево, покрытое листьями; представьте, что ствол и ветви, маленькие и большие, вплоть до мельчайших веточек, все полые; представьте далее, что сами листья были маленькими полыми пузырями, прикрепленными к мельчайшим полым веточкам и сделанными из какого-то тонкого, но прочного и чрезвычайно эластичного вещества. Если вы подуете вниз по стволу, то можете растянуть и раздуть все полые листья; когда вы перестанете дуть, они все вместе опадут и снова съежятся.

Вокруг такого каркаса из полых ветвей, называемых **бронхиолами**, и полых эластичных мочевых пузырей, называемых **воздушными ячейками**, обвита сложная сеть легочных артерий, вен и капилляров таким образом, что каждая воздушная ячейка, каждый маленький мочевой пузырь покрыты тончайшей и наиболее плотно расположенной сетью капилляров, подобно тому,

как детский резиновый мячик обмотан сетью бечевки. Стенки воздушной ячейки очень тонкие, настолько тонкие, что кровь в капилляре отделена от воздуха в воздушной ячейке тончайшим из возможных слоев тончайшей мембраны. Когда темно-фиолетовая кровь устремляется через переполненную сеть, содержащаяся в ней углекислота выходит через эту тонкую мембрану из крови в воздух, а кислород попадает из воздуха в кровь.

Таким образом, темно-фиолетовая венозная кровь, поступающая по легочной артерии, когда она скользит по легочным капиллярам снаружи наполненных воздухом ячеек, за счет потери углекислоты и поступления кислорода превращается в ярко-алую кровь легочных вен.

В этом-то и заключается тайна нашей постоянной потребности в воздухе. **Плоть тела любого вида, повсюду по всему телу, вдыхает кровь, превращая чистую артериальную кровь в венозную и нечистую, по всему телу, за исключением легких, где сама кровь вдыхает воздух, и превращается из нечистой и венозной в чистую и артериальную.**

**39.** По мышечным капиллярам всегда течет поток крови, пока длится жизнь и сердце имеет силу биться; каждое мгновение поступает свежий приток светлой, чистой артериальной крови, чтобы занять место той, которая стала темной, венозной и нечистой. Без этого постоянного обновления крови мышца была бы подавлена, и ее жизненное пламя замерцало бы и погасло.

В легких воздух, заполняющий воздушные ячейки, если его предоставить самому себе, вскоре потерял бы весь свой кислород и наполнился углекислотой; и кровь в капиллярах легких больше не превращалась бы из венозной в артериальную, а направлялась бы в легочную вену такой же темной и нечистой, как в легочной артерии. **Точно так же, как кровь в мышцах должна постоянно обновляться, воздух в легких должен постоянно изменяться.**

Как происходит это обновление воздуха в легких?

У мертвого кролика вы видели легкие, сморщенные, спавшееся, лишенные большей части воздуха и почти скрытые в задней части грудной клетки ([Рис. 1, Г.Г.](#)) Полость грудной клетки казалась огромным пустым пространством, едва ли наполовину заполненным легкими и сердцем. Но это совершенно неестественное состояние легких. Возьмите другого кролика и, прежде чем вообще прикасаться к груди, вскройте брюшную полость и удалите все ее содержимое — желудок, печень, кишечник и т.д. Затем вы увидите **диафрагму** большой буквы, которая, как вы уже знаете, образует сплошную перегородку между грудной клеткой и животом. Вы заметите, что она выгнута вверх по направлению к груди, так что нижняя поверхность, на которую вы смотрите, довольно впалая. Если вы поднимете кролика за задние лапы так, чтобы его голова свисала вниз, и нальете немного воды в брюшко, в неглубокой чашечке диафрагмы соберется совсем небольшая лужица.

У кролика диафрагма очень прозрачная; вы можете видеть грудную клетку прямо сквозь нее, и вам не составит труда распознать просвечивающие сквозь нее розовые легкие. **Вы заметите, что они покрывают почти всю диафрагму — фактически они заполняют всю полость грудной клетки, которая не занята сердцем.**

Если вы осторожно возьмете диафрагму посередине щипцами и потянете ее вниз, к животу, вы обнаружите, что вы не можете создать пространство между легкими и диафрагмой, но легкие следуют за диафрагмой и находятся так же близко к ней, когда она опущена, как и когда она поднята.

**Другими словами, когда диафрагма выгнута вверх, как вы обнаруживаете при раскрытии брюшной полости, легкие полностью заполняют грудную клетку; а когда диафрагма опущена и полость грудной клетки увеличена, легкие набухают так, что все еще заполняют грудную клетку.**

**40.** Как они набухают? При втягивании воздуха через трахею. Если вы прислушаетесь, то, возможно, услышите, как воздух с шумом втягивается внутрь, когда вы опускаете диафрагму вниз,

а если вы перевяжете дыхательное горло или полностью закроете нос и рот, вам будет гораздо труднее опускать диафрагму, потому что свежий воздух не сможет попасть в легкие.

Теперь сделайте отверстие через диафрагму в полость грудной клетки, не повредив легкие. Вы услышите внезапный порыв воздуха, и легкие сожмутся почти до невидимости. Они больше не прижаты к диафрагме, как это было раньше; и если вы откроете грудную клетку, то обнаружите, что они сузились до задней стенки грудной клетки, как вы видели их у первого кролика. Прилив воздуха - это частично прилив воздуха из легких, а частично прилив воздуха в грудную клетку между стенками грудной клетки и внешней частью легких.

Но перед тем, как открыть грудную клетку, потяните диафрагму вверх и вниз, как вы делали до того, как сделали отверстие в диафрагме. Вы обнаружите, что это никак не повлияет на легкие. Они остаются совершенно спокойными и совсем не набухают. Поднимая и опуская диафрагму, вы прогоняете воздух только через сделанное вами отверстие, **вдыхая и выдыхая воздух из грудной клетки**, а не **вдыхая и выдыхая воздух из легких**, как вы делали раньше.

Таким образом, мы видим, что **грудная клетка представляет собой герметичную камеру**, и что легкие, когда стенки грудной клетки целы, **всегда находятся в состоянии растяжения**, даже когда диафрагма выгнута дугой настолько высоко, насколько это возможно.

Почему легкие таким образом всегда находятся в состоянии растяжения? Потому что грудная клетка герметична, так что воздух не может попасть между внешней частью легких и внутренней стенкой грудной клетки. Вы знаете из своего Учебника физики (статья 29, стр. 34), что атмосфера всегда оказывает давление на все. Он давит на все части тела кролика; он давит на внутреннюю часть трахеи и на внутреннюю часть легких. Он давит на внешнюю сторону живота, а значит, давит на нижнюю поверхность диафрагмы и вдавливают ее в грудную клетку так далеко, как только может. Но очень далеко это не уйдет, потому что его края крепятся к прочным стенкам сундука. Воздух также давит на внешнюю поверхность грудной клетки, но не может сжиматься настолько сильно, потому что ее стенки прочные.

Если бы стенки грудной клетки были мягкими и дряблыми, воздух сдавливал бы их прямо вверх и таким образом давил бы через них на внешнюю поверхность легких; поскольку они твердые, это невозможно. Стенки грудной клетки удерживают давление атмосферы за пределами легких.

Таким образом, атмосфера давит на легкие изнутри, а не снаружи; и именно это внутреннее давление удерживает их в состоянии растяжения или расширения. Когда вы дуete в мочевой пузырь, вы растягиваете его и расширяете, потому что давление вашего дыхания внутри мочевого пузыря больше, чем давление атмосферы снаружи мочевого пузыря. Если бы вместо того, чтобы делать давление внутри *больше*, чем снаружи, вы сделали давление снаружи *меньшим*, чем внутри, например, поместив мочевой пузырь под воздушный насос, вы получили бы точно такой же эффект; вы расширили бы мочевой пузырь. Именно это и делают стенки грудной клетки; они снижают давление снаружи легких по сравнению с давлением внутри легких, и именно поэтому легкие, пока стенки грудной клетки здоровы, всегда расширены и находятся в состоянии растяжения.

Когда вы проделываете отверстие в грудной клетке и впускаете воздух между внешней поверхностью легких и стенкой грудной клетки, давление атмосферы достигает внешней стороны легких; тогда снаружи такое же атмосферное давление, как и внутри легких; нет ничего, что удерживало бы их в растянутом состоянии, и поэтому они сжимаются до своих естественных размеров, точно так же, как сжимается мочевой пузырь, когда вы перестаете в него дуть или когда вынимаете его из воздушного насоса.

Когда перед тем, как сделать отверстие в диафрагме, вы опускаете диафрагму вниз, вы **еще больше уменьшаете давление снаружи легких**; следовательно, давление внутри легких заставляет их набухать и следовать за диафрагмой. Но это еще больше напрягает легкие, так что, когда вы отпускаете диафрагму и перестаете тянуть ее, легкие снова возвращаются к своему

прежнему размеру, освобождаясь от части воздуха и подтягивая диафрагму вместе с собой. Когда в грудной стенке есть отверстие, опускание диафрагмы вниз не оказывает никакого влияния на давление за пределами легких. При этом на них всегда оказывается одинаковое атмосферное давление внутри и снаружи, и поэтому они остаются совершенно спокойными.

**Когда в герметичной грудной клетке диафрагма опускается, давление атмосферы выталкивает воздух в легкие через трахею и раздувает их. Когда диафрагма отпускается, растянутые легкие возвращаются к своему прежнему размеру, освобождаясь от дополнительного количества воздуха, которое они получили.**

Предположим теперь, что диафрагму тянут вниз и снова отпускают регулярно, каждые несколько секунд: что бы произошло? Ведь каждый раз, когда диафрагма опускалась, определенное количество воздуха поступало в легкие, и каждый раз, когда ее отпускали, это количество воздуха снова выходило из легких.

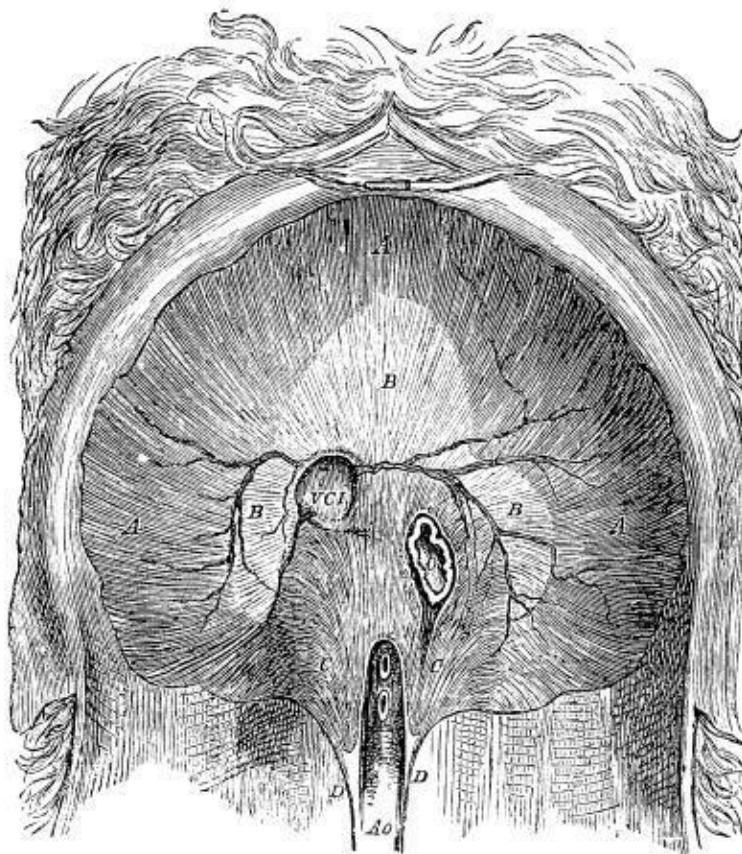


Рис. 12. Диафрагма собаки, рассматриваемая с нижней или брюшной стороны.

V.C.I. нижняя полая вена; O. пищевод; Ao. аорта; широкая белая сухожильная середина (B) легко отличима от расходящихся мышечных волокон (A), которые спускаются к ребрам и переходят в столбы (C D) перед позвонками.

Это то, что действительно происходит при дыхании. Каждые несколько секунд, примерно семнадцать раз в минуту, диафрагма опускается, и некоторое количество воздуха врывается в легкие через трахею. Это называется **вдохновением**. Как только это происходит, диафрагма перестает опускаться вниз, растянутые легкие возвращаются к своим прежним размерам, унося диафрагму с собой, и выдавливают дополнительное количество воздуха. Это называется **истечением**.

Когда диафрагма опускается, она давит на брюшную полость; когда она перестает опускаться, содержимое брюшной полости помогает ей подниматься. Если вы положите руку на живот, то сможете почувствовать, как живот выпячивается каждый раз, когда диафрагма опускается при вдохе, и снова втягивается каждый раз, когда диафрагма возвращается на свое место при выдохе.

#### 41. Но что заставляет диафрагму опускаться?

Если вы внимательно посмотрите на диафрагму кролика (или любого другого животного), вы увидите, что на самом деле это плоская тонкая мышца, довольно странно устроенная; красные мясистые мышечные волокна находятся снаружи по всему краю ([рис. 12](#), A и C), в то время как центр B состоит из беловатого прозрачного сухожилия. Эти мышечные волокна, как и все другие мышечные волокна, обладают способностью сокращаться. Что должно произойти, когда они сокращаются?

Когда эти мышечные волокна находятся в состоянии покоя, как у мертвого кролика, вся диафрагма выгибается дугой вверх, как мы видели, по направлению к грудной клетке, примерно так, как показано на [рис. 13](#), B. Частично он выталкивается вверх всем содержимым брюшной

полости (поскольку брюшная полость, как вы помните, полностью заполнена печенью, желудком, кишечником и другими органами), частично вытягивается легкими, которые, как мы знаем, всегда находятся в состоянии растяжения. Когда мышечные волокна сокращаются, они натягивают центральное сухожилие (точно так же, как бицепс натягивает нижнее сухожилие), **и расправляют диафрагму**; а некоторые волокна, такие как те, что расположены в точке С, [рис. 12](#), также тянут ее **вниз. Диафрагма во время сокращения уплощается и опускается**, примерно так, как показано на [рис. 13, А](#).

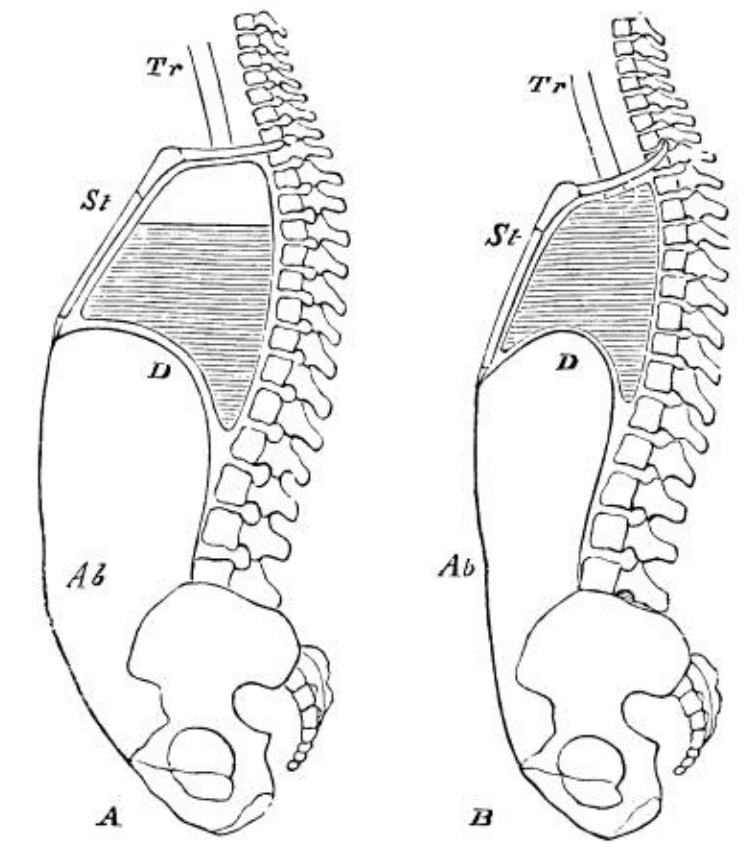


Рис. 13. Схематические сечения кузова в

А. вдох; В. выдох. Тр. трахея; Ст. грудина; D. диафрагма; Ab. стенки живота. Штриховкой грубо обозначен неподвижный воздух. Незатененная часть в верхней части буквы А - это приливный воздух.

**Опускание диафрагмы при вдохе вызвано сокращением ее мышечных волокон. Во время выдоха диафрагма находится в состоянии покоя; ее мышечные волокна расслабляются; и она поднимается, потому что частично втягивается легкими, частично выталкивается вверх содержимым брюшной полости.**

42. Другие структуры, помимо диафрагмы, помогают закачивать воздух в легкие и выводить его из них. Под действием диафрагмы грудная клетка попеременно удлиняется и укорачивается. Но если вы понаблюдаете за дыханием любого человека, особенно женщины, вы заметите, что с каждым вдохом грудная клетка поднимается и опускается; передняя часть грудной клетки, грудина, как вы научились ее называть, выдвигается вперед и опускается назад; и немного внимания убедит вас, что она выдвигается вперед во время вдоха, *то есть*, когда диафрагма опускается, и опускается назад во время выдоха. Но это выдвижение грудины вперед означает расширение грудной клетки сзади вперед, а опускание грудины назад означает соответствующее сужение. Таким образом, в то время как грудная клетка удлиняется за счет опускания диафрагмы,

она также расширяется за счет выдвижения вперед грудины. При вдохе легкие расширяются не только вниз, за счет движения диафрагмы, но и наружу, за счет движения стенок грудной клетки.

Что выдвигает вперед грудину? Если бы вы внимательно понаблюдали за боковыми сторонами грудной клетки очень худого человека, то смогли бы заметить, что при каждом вдохе ребра немного приподнимаются. Теперь каждое ребро соединено с позвоночником сзади суставом и прочно прикреплено к грудиने спереди хрящом (см. Фронтиспис). Если бы вы привязали кусок бечевки к середине одного из ребер и потянули за нее, вы бы обнаружили, что работаете с рычагом, точка опоры которого находится в позвоночнике, вес действует на грудину, а сила - в точке, к которой привязана бечевка. Каждый раз, когда вы натягивали тетиву, ребро перемещалось в своей точке опоры у позвоночника таким образом, что передний конец ребра поднимался вверх, а грудину немного выдвигалась вперед. Когда вы прекращали тянуть, грудину, которая при толчке вперед была выставлена на растяжку, опускалась назад, а ребро опускалось в свое предыдущее положение.

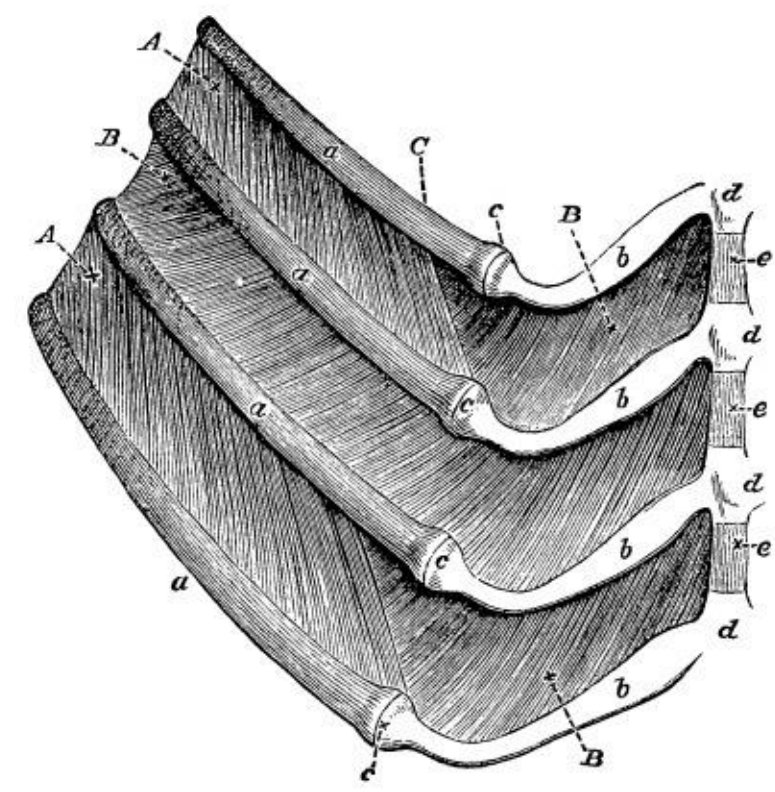


Рис. 14. Вид Четырех ребер собаки с межреберными мышцами.

а. Костное ребро; b - хрящ; c - место соединения кости и хряща; d - не окостеневшие; e - окостеневшие участки грудины. А. Наружная межреберная мышца. В. Внутренняя межреберная мышца. В среднем межреберье наружное межреберье удалено, чтобы показать внутреннее межреберье под ним.

Между ребрами расположены определенные мышцы, называемые **межреберными мышцами** (Рис. 14). Точное действие их вы узнаете в будущем. Пока что будет достаточно сказать, что они действуют подобно куску веревки, о котором мы говорим. **Когда они сокращаются, они подтягивают ребра и выпячивают грудину; когда они прекращают сокращаться, ребра и грудину возвращаются в свое прежнее положение.**

Есть много других мышц, которые помогают дышать, особенно при тяжелом или глубоком дыхании, но вам будет достаточно помнить, что при обычном дыхании в одно и то же время

происходят два основных движения, с помощью которых воздух втягивается в грудную клетку, причем оба движения вызваны сокращением мышц. Во-первых, диафрагма сокращается и уплощается, делая грудную клетку глубже или длиннее; во-вторых, в то же время ребра приподнимаются, а грудина выпячивается за счет сокращения межреберных мышц, делая грудную клетку шире. Но по мере того, как грудная клетка становится шире и длиннее, легкие тоже становятся шире и длиннее. Чтобы заполнить образовавшееся таким образом дополнительное пространство в легких, воздух поступает в них через трахею. Это **вдохновение**. Но вскоре диафрагма и межреберные мышцы перестают сокращаться; диафрагма возвращается в свое изогнутое состояние, ребра опускаются, грудина опускается назад, и лишний воздух снова устремляется обратно из легких через трахею. Это **срок годности**. Вдох и выдох составляют целое дыхание; и таким образом мы дышим около семнадцати раз в каждую минуту нашей жизни.

**43.** Но что заставляет диафрагму и межреберные мышцы сокращаться и отдыхать с такой прекрасной регулярностью? Мы увидели, что бицепс руки сокращается по нашей воле. Однако не наша воля заставляет нас дышать. Мы часто дышим, сами того не сознавая; мы дышим во сне, когда наша воля мертва; мы дышим, хотим мы того или нет, потому что ничего не можем с этим поделать. Мы можем ускорить наше дыхание, мы можем сделать короткий или глубокий вдох по своему усмотрению, мы можем изменить наше дыхание силой своей воли; но само дыхание продолжается без нашей воли и вопреки ей. Это **непроизвольный акт**.

Хотя дыхание - это не усилие воли, это усилие мозга; также усилие одной определенной части мозга, той части, где мозг соединяется со спинным мозгом. Нервы проходят от диафрагмы, межреберных и других мышц через спинной мозг к этой части головного мозга. И семнадцать раз в минуту по этим нервам из мозга поступает сообщение, заставляющее их сокращаться; они подчиняются, и вы дышите. Почему и как приходит это сообщение, вы узнаете когда-нибудь в будущем. Когда вам отрубает голову или когда та часть мозга, которая соединяется со спинным, случайно повреждается или становится бессильной из-за болезни, сообщение перестает поступать, и вы перестаете дышать.

**44.** Таким образом, при каждом вдохе определенное количество воздуха входит в грудь и выходит из нее; но только небольшое количество. **Вы не должны думать, что легкие полностью опустошаются и полностью наполняются при каждом вдохе.** Напротив, вы каждый раз вдыхаете лишь пригоршню воздуха, который доходит примерно до больших ответвлений трахеи и сам по себе вообще не поступает в воздушные ячейки. Это часто называют **приливым** воздухом; а остальной воздух в легких, который не движется, часто называют **неподвижным** воздухом (см. [Рис. 13](#)).

Как же тогда выводится углекислота со дна легких? Как капилляры в воздушных ячейках получают свежий кислород?

Неподвижный воздух смешивается с приливым воздухом при каждом вдохе. Если вы хотите проветрить комнату, вам не обязательно брать пару сильфонов и вытеснять всю частичку старого воздуха из комнаты и заменять его новым: будет достаточно, если вы откроете окно или дверь и впустите струю чистого воздуха, скажем, в один угол комнаты. Этот поток чистого воздуха, текущий через угол, будет смешиваться со всем остальным воздухом, пока весь воздух в комнате не станет чистым; и смешивание произойдет очень быстро. Так происходит и в легких. Приливный воздух поступает с каждым вдохом как чистый воздух извне; но прежде чем он выйдет при следующем выдохе, он отдает часть своего кислорода неподвижному воздуху и отнимает у неподвижного воздуха часть углекислоты. С каждым вдохом приливого воздуха неподвижный воздух становится тем лучше, что теряет часть своей углекислоты и получает немного свежего кислорода. Приливный воздух быстро очищает неподвижный воздух, а неподвижный воздух очищает кровь.

Таким образом, происходит так, что приливный воздух, который при каждом сокращении диафрагмы и толчке грудины поступает в грудную клетку в виде чистого воздуха, содержащего

двадцать одну часть кислорода на семьдесят девять частей азота на каждые сто частей, выходит, когда диафрагма поднимается, а грудина опускается назад, в виде нечистого воздуха, содержащего всего шестнадцать частей кислорода, но пять частей углекислоты на семьдесят девять частей азота. Этот потерянный кислород переносится через неподвижный воздух в кровь в капиллярах, а полученная углекислота поступает через неподвижный воздух из крови в капиллярах. Таким образом, каждый вдох способствует очищению крови, а нагнетание воздуха в грудную клетку и из нее превращает нечистую, вредную венозную кровь в чистую, освежающую артериальную; кровь вдыхает воздух в легкие, чтобы все тело могло, в свою очередь, вдыхать кровь.

## **КАК ИЗМЕНЯЕТСЯ КРОВЬ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПИЩИ: ПИЩЕВАРЕНИЕ. § VII.**

45. Кровь не только очищается воздухом, она также обновляется и становится полезной благодаря пище. Пища, которую мы едим, становится кровью. Но наша пища, хотя и часто бывает влажной, по большей части твердая. Мы разрезаем ее на мелкие кусочки на тарелке, а во рту раздавливаем зубами на еще более мелкие кусочки. Тем не менее, как бы хорошо он ни был прожеван, большая его часть проглатывается в твердом виде. Чтобы он превратился в кровь, его сначала нужно растворить. Он растворяется в пищеварительном тракте, и мы называем процесс растворения **перевариванием**. Давайте посмотрим, как происходит пищеварение.

Ваша кожа, хотя иногда и довольно влажная от пота, столь же часто бывает довольно сухой. Внутренняя часть вашего рта всегда влажная — очень часто он полностью заполнен жидкостью; и даже когда вы говорите о нем как о сухом, он все равно очень влажный. Почему это? Внутренняя часть вашего рта также намного краснее, чем ваша кожа. Покраснение и влага сочетаются друг с другом.

Говоря о капиллярах, я сказал, что ими полностью пронизаны почти все части тела, но **не совсем все**. Например, на определенном участке кожи вообще нет капилляров или кровеносных сосудов. Вы знаете, что там, где у вас толстая кожа, вы можете сбрить кусочки кожи, не “проливая кровь”; если ваш

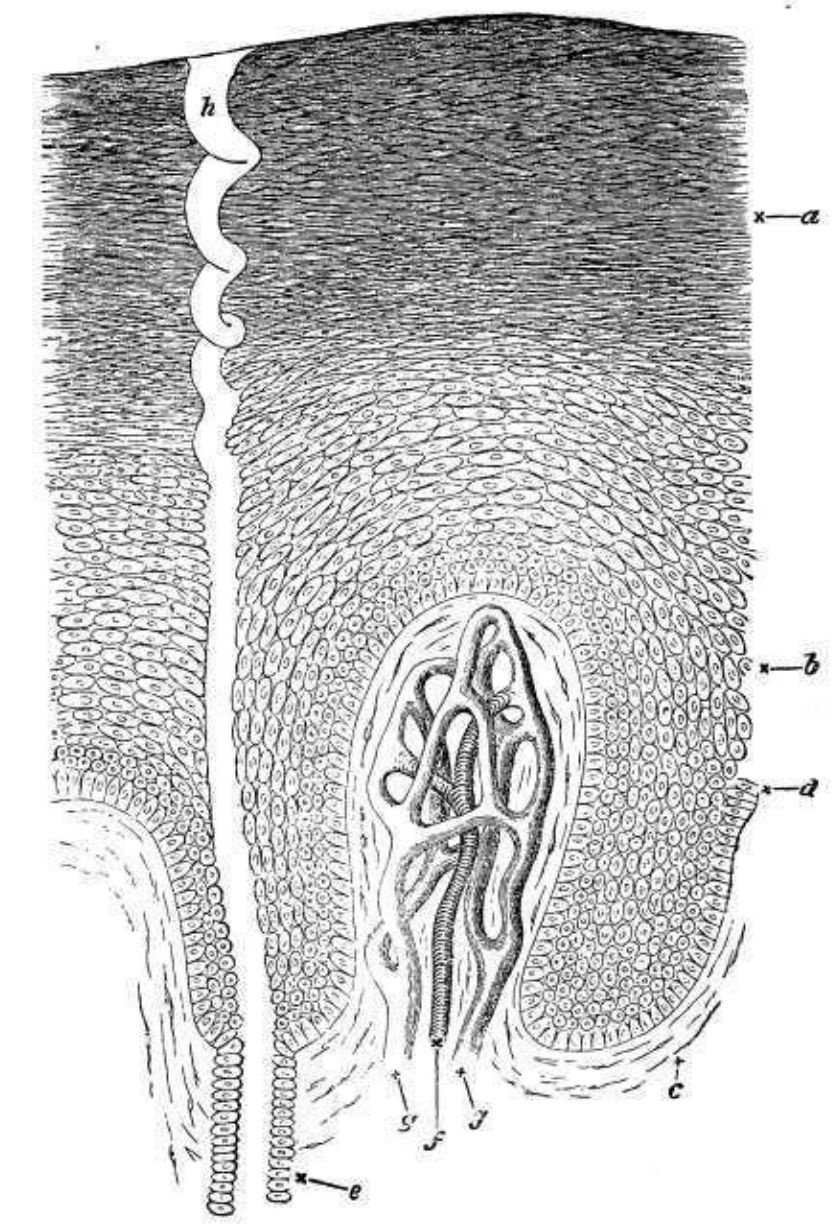


Рис. 15. Сильно увеличенный участок кожи.

а - роговой эпидермис; b - более мягкий слой; c - дерма; d - самый нижний вертикальный слой эпидермальных клеток; e - клетки, выстилающие потовый проток, непрерывный с эпидермальными клетками; h - штопорный канал потового протока. Справа от потового протока дерма поднимается в сосочек, в котором маленькая артерия f распадается на капилляры, в конечном итоге образуя вены g.

будь нож очень острым, а вы очень умелым, вы могли бы проделать то же самое с каждым участком своей кожи. Если бы вы поместили часть кожи, срезанной таким образом, под микроскоп, вы бы обнаружили, что она состоит из маленьких чешуек. И если бы вы взяли очень тонкий вертикальный срез, проходящий через всю толщу кожи, и исследовали его под мощным микроскопом, вы бы обнаружили, что кожа состоит из двух совершенно разных частей или слоев, как показано на [рис. 15](#). Верхний слой, a, b, представляет собой не что иное, как массу маленьких телец, плотно прижатых друг к другу. Вверху они спрессованы в чешуйки, но ниже они круглые или овальные и в то же время мягкие. Они называются **клетками**. По мере того как вы будете

продвигаться в изучении физиологии, вы будете слышать все больше и больше о клетках. Этот слой клеток, либо мягкий и округлый, либо сплюснутый и высушенный в виде чешуек, называется **эпидермисом**. В эпидермисе никогда не обнаруживаются кровеносных сосудов, и, следовательно, когда вы его режете, он никогда не кровоточит. Пока вы живы, он постоянно растет. Верхние чешуйки всегда стираются. Всякий раз, когда вы моете руки, особенно с мылом, вы смываете некоторые верхние чешуйки; и вы бы вскоре смыли кожу, если бы не то, что новые круглые клетки всегда образуются в нижней части эпидермиса, вдоль линии *d* (рис. 15), и всегда движутся вверх, где они высыхают и превращаются в чешуйки. Таким образом, кожа, или, точнее, эпидермис, постоянно обновляется. Иногда, как после скарлатины, новая кожа быстро отрастает, а старая отходит большими хлопьями или лоскутами.

Нижний слой под эпидермисом - это то, что называется **дермой**, или **настоящей кожей**. Здесь полно капилляров и кровеносных сосудов, и когда нож или бритва добиваются до этого места, у вас идет кровь. Он состоит не из клеток, как эпидермис, а из того волокнистого вещества, которое вы рано научились называть соединительной тканью (см. стр. 9). Его вершина редко бывает ровной, но обычно приподнята в виде небольших бугорков, называемых **сосочками**, как показано на рисунке; эпидермис образует толстую шапочку над каждым сосочком и заполняет впадины между ними. Большинство сосочков полны кровеносных сосудов.

Теперь, я думаю, вы поймете, почему ваша кожа не красная, а телесного цвета, и почему она обычно сухая. Настоящая кожа под эпидермисом всегда влажная из-за находящихся там кровеносных сосудов; отходы жизнедеятельности и жидкие части крови легко проходят через стенки капилляров, как вы уже узнали, путем осмоса, и таким образом все вокруг них остается влажным. Но этой влаги недостаточно, чтобы впитаться через толстый слой эпидермиса, и поэтому верхняя часть эпидермиса остается сухой и шелушащейся.

Настоящая кожа под эпидермисом всегда красная; вы знаете, что если сбрить поверхность вашей кожи в любом месте, она становится все краснее и краснее по мере того, как вы погружаетесь глубже, даже если вы не выделяете кровь. Она красная из-за огромного количества капилляров, наполненных красной кровью, которые переполняют ее. Когда вы смотрите на эти капилляры через большую толщу эпидермиса, краснота частично скрыта от вас, как если бы вы положили лист тонкой белой бумаги поверх красной ткани, и кожа кажется розовой или телесного цвета; а там, где эпидермис очень толстый, как на пятке, кожа даже не розовая, а белая или желтая, более или менее грязная, в зависимости от обстоятельств.

**46.** Но если влажная настоящая кожа, таким образом, повсюду покрыта толстым слоем эпидермиса, который удерживает влагу, то как получается, что кожа, тем не менее, иногда бывает довольно влажной, например, когда мы потеем?

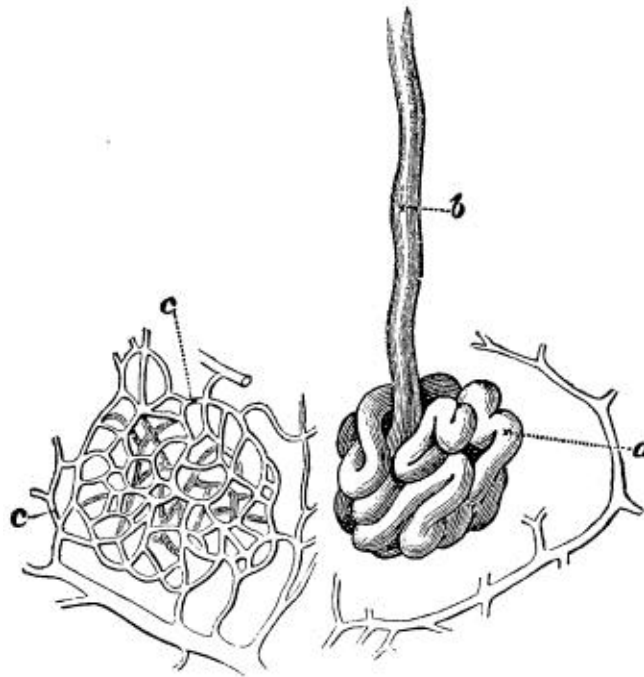


Рис. 16. Свернутый конец потовой железы, Эпителий не показан.

а - извилина; б - проток; в - сеть капилляров, внутри которых находится протоковая железа.

Если вы посмотрите на [рис. 15](#), вы увидите, что эпидермис в одном месте пронизан каналом (*h*), проходящим прямо через него. Вы заметите, что этот канал не закрывается в нижней части эпидермиса, а проходит прямо в дерму или настоящую кожу, где канал превращается в трубку, стенки которой состоят всего из одного слоя (*e*) клеток, подобных клеткам эпидермиса. На [рис. 15](#) нет места, чтобы показать, что происходит с этой трубкой, но она проходит некоторый путь вниз под кожей, среди кровеносных сосудов, а затем, скручиваясь в узел, заканчивается вслепую, как показано на [рис. 16](#), где *b* является продолжением в меньшем масштабе той же трубки, которая видна на [рис. 15](#). Этот узел покрыт плотной сетью капилляров, которые в точке *c* должны быть распутаны и отведены от кожи. завязанный узлом тубик для того, чтобы показать их. Вы поймете, что капилляры, хотя и находятся внутри узла, всегда находятся снаружи трубки. Если бы вы бросили очень маленький шарик в точку *h* ([рис. 15](#)), он с грохотом прошел бы по штопорному каналу через толстый эпидермис, вылетел бы по прямой трубке *b* ([рис. 16](#)) и покатился бы по узлу *a*, пока не остановился бы на глухом конце трубки. На всем своем протяжении он не касался бы ничего, кроме клеток, подобных клеткам эпидермиса, один слой которых образует стенки трубки там, где она проходит под эпидермисом. Если бы он застрял в точке *h* ([рис. 15](#)) или в узле в точке *a* ([рис. 16](#)), то в обоих случаях он касался бы клеток эпидермиса. Но это было бы огромной разницей. При *h* он был бы очень удален от любого кровеносного капилляра; при *a* ему нужно было бы только пройти через тонкий слой отдельных клеток, и он касался бы непосредственно капилляра. При *h* она может оставаться сухой в течение некоторого времени; при *a* она сразу намокнет, поскольку ничто не мешает жидким частицам крови просачиваться через тонкую стенку капилляров и, таким образом, через тонкую стенку трубки в канал трубки, на мрамор.

На самом деле внутренняя часть узла всегда влажная и наполнена жидкостью. Когда капилляры вокруг узла переполняются кровью, как это часто бывает, из них в трубку поступает большое количество бесцветной водянистой жидкости. Тубик наполняется, жидкость проникает прямо в закручивающуюся часть в толще эпидермиса и, наконец, переливается через горловину тубика по коже. Мы называем эту жидкость потом или **испаринной**. Мы называем трубку с узловатым концом **железой**; и мы называем акт, посредством которого бесцветная жидкость

выходит из кровеносных капилляров в канал трубки, **секрецией**. Мы говорим о **потовой железе, выделяющей пот из крови, поступающей по капиллярам, которые обвиты вокруг железы**.

47. Теперь мы можем понять, почему внутренняя часть рта красная и влажная. Кожа рта похожа на кожу руки. Существует внешний эпидермис, состоящий из клеток и свободный от капилляров, а под ним дерма или настоящая кожа, переполненная капиллярами. Только эпидермис рта намного тоньше, чем эпидермис руки. Красные капилляры легко просвечивают сквозь него, и через них может проникать влага. Поэтому рот красный и влажный. Кроме того, в нем много желез, чем-то похожих на потовые, но отличающихся по форме; они особенно помогают поддерживать влажность кожи.

Поскольку кожа внутренней части рта всегда красная, влажная и мягкая, ее обычно называют вовсе не кожей, а **слизистой оболочкой**, а верхний слой называется не эпидермисом, а **эпителием**. Однако вы помните, что слизистая оболочка на самом деле представляет собой кожу, эпидермис которой тонкий и мягкий и называется эпителием.

Рот - это начало пищеварительного канала. По всей своей длине пищеварительный канал выстлан кожей или слизистой оболочкой, подобной ротовой, только на большей его части эпителий все же тоньше, чем во рту, и действительно состоит только из одного слоя клеток. Поэтому вся внутренняя часть канала красная и влажная, и все, что находится в канале, отделено только очень тонкой перегородкой от крови в капиллярах, которые в огромном количестве находятся в стенках канала. Пищеварительный канал - это, как вы знаете, длинная трубка, широкая в желудке, но узкая в других местах. На всех участках своей длины трубка изнутри состоит из слизистой оболочки, а снаружи - из мышц, несколько отличающихся от мышц тела и сердца, но обладающих такой же способностью сокращаться и, сокращаясь, выдавливать содержимое трубки, подобно тому как мышцы сердца выдавливают кровь в своих полостях. Мышцы, и особенно слизистая оболочка, переполнены кровеносными сосудами.

Хотя эпителий слизистой оболочки очень тонкий, сама слизистая оболочка толстая, в некоторых местах почти такая же толстая, как кожа тела. Такая толщина вызвана тем, что она **переполнена железами**. В коже потовые железы обычно расположены на небольшом расстоянии друг от друга, но в слизистой оболочке желудка и кишечника они расположены так близко друг к другу, что кажется, что оболочка полностью состоит из желез.

Эти железы различаются по форме в разных частях тела. Нигде они не похожи в точности на потовые железы, потому что ни одна из них не представляет собой длинных тонких трубочек, свернутых на конце в узел, и ни одна из них не имеет большой толщины эпидермиса, через который можно проходить. Большинство из них представляют собой короткие, довольно широкие трубки; некоторые из них разветвляются на глубоком конце. Все они, однако, напоминают потовые железы тем, что представляют собой трубки или мешочки, закрытые снизу, но открытые сверху, выстланные одним слоем клеток и опутанные кровеносными капиллярами. Из этих капилляров водянистая жидкость поступает в трубки, а из трубок - в пищеварительный канал. Однако эта водянистая жидкость имеет иную природу, чем пот, и не одинакова во всех частях канала. Жидкость, которая, как мы говорим, выделяется железами в стенках желудка, является **кислой жидкостью** и называется **желудочным соком**; жидкость, вырабатываемая железами в стенках кишечника, является **щелочной жидкостью** и называется **кишечным соком**.

48. Но помимо этих желез в слизистой оболочке рта, желудка и кишечника есть и другие железы, которые на первый взгляд не имеют ничего общего со слизистой оболочкой.

Под кожей, под каждым ухом, сразу за челюстью, находится мягкое тело, которое обычно вы не можете почувствовать, но которое при воспалении так называемой “свинки” раздувается в большую шишку. В голове овцы вы обнаружили бы точно такое же тело, и если бы вы осмотрели ее, то заметили бы прикрепленный к ней мясистый шнур, идущий под кожей через щеку ко рту. Перерезав пуповину поперек, вы обнаружите, что то, что казалось пуповиной, на самом деле было узкой трубкой, отходящей от мягкого тела, о котором мы говорим, и открывающейся во рту. Как

раз рядом с мягким телом эта трубка делится на две трубки поменьше, они снова делятся на еще более мелкие или дают маленькие ответвления; все они снова делятся и разветвляются, как сучья крошечного деревца; и так они продолжают разветвляться и делиться, становясь все меньше и меньше, пока не превратятся в тонкие трубки со слепыми раздутыми концами. Все трубки, большие и малые, выстланы эпителием и опутаны кровеносными сосудами и, плотно прилегая друг к другу соединительной тканью, образуют мягкое тело, о котором мы говорим. Этот орган на самом деле является **железой** и называется **слюнной железой**; как вы видите, это не простая железа, подобная потовой, а состоит из множества трубчатых желез, соединенных вместе, и поэтому называется **сложной железой**. Будучи расположенным далеко от рта, он должен быть соединен с полостью рта длинной трубкой, которая называется его **протоком**. Вы не можете не заметить, насколько такая железа похожа по своей структуре на легкое. Легкое на самом деле представляет собой железу, выделяющую углекислоту, а протоки двух легких называются трахеями. Слюнная железа под ухом называется **околоушной железой**; есть еще одна очень похожая железа под углом челюсти с обеих сторон, называемая **подчелюстной железой**. Каждой из них выделяется водянистая жидкость, которая, стекая по их протокам в рот и смешиваясь там с влагой, выделяемой другими железами во рту, называется **слюной**.

В брюшной полости, расположенной чуть ниже желудка, находится гораздо более крупная, но в целом похожая по составу железа, называемая **поджелудочной железой**, которая изливает свой секрет, называемый **панкреатическим соком**, в пищеварительный канал, как раз там, где начинается тонкая кишка ([рис. 17](#), *рис.*)

Этот крупный орган, печень, хотя схема его строения не совсем такая же, как у поджелудочной железы или слюнных желез, как вы постепенно узнаете, тем не менее, является огромной железой, выделяющей из кровеносных капилляров, в которые впадает воротная вена (см. стр. 62), жидкость, называемую **желчью** или **желчью**, которая по протоку, **желчному протоку**, изливается в верхнюю часть кишечника (рис. 17, *е*). Когда желчь не требуется, как, например, во время голодания, она выводится боковым проходом из протока в желчный пузырь ([рис. 17](#), *ф*) и накапливается там до тех пор, пока не понадобится.

**49.** Для чего нужны все эти соки и выделения? Для растворения пищи, которую мы едим.

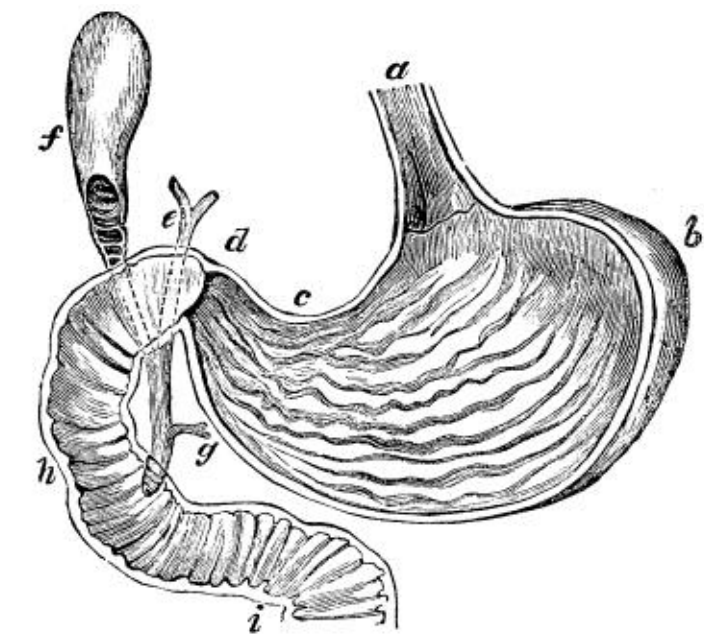


Рис. 17.— Живот, распоротый сзади.

а - пищевод; b - один конец желудка; d - другой конец, соединяющийся с кишечником; e - желчный проток; f - желчный пузырь; g - проток поджелудочной железы; h, i - тонкая кишка.

Мы едим всевозможные блюда, но во всех из них, которые стоит съесть, мы находим одни и те же продукты, которые мы называем **продуктами питания**.

Мы едим различные виды мяса; но все виды мяса состоят в основном из двух веществ: вещества мышечных волокон, которое, как вы уже узнали, представляет собой **белковое** вещество, содержащее азот, и **жира**, который обволакивает нежирную мускулистую плоть. Так вот, белки при варке нерастворимы в воде (см. стр. 49); а жир, как вы знаете, не смешивается с водой. На обе эти части мяса, на оба этих продукта питания необходимо воздействовать, прежде чем они смогут пройти изнутри пищеварительного тракта, через эпителий слизистой оболочки, в кровеносные капилляры.

Помимо мяса мы едим хлеб. Хлеб состоит главным образом из **крахмала**; но помимо крахмала мы находим в нем вещество, содержащее азот, чрезвычайно похожее на белковое вещество мышц или крови.

Картофель содержит очень много крахмала при очень малом количестве белковых веществ; и почти все овощи, которые мы едим, содержат крахмал с большим или меньшим содержанием белковых веществ.

Затем мы обычно едим больше или меньше сахара, либо как такового, либо в виде сладких фруктов. Мы также употребляем соль с пищей, и почти во всем, что мы едим, будь то животные или овощные продукты, мясо, хлеб, картофель или фрукты, мы поглощаем некоторое количество минеральных веществ, то есть различных видов солей, таких как поташ, известь, магнезия, железо, с серной, соляной, фосфорной и другими кислотами.

**Во всем, чем мы питаемся, мы находим один или несколько из следующих продуктов питания: —Белковые вещества, крахмал или сахар, жир, а также определенные минералы и воду. Именно этим мы и питаемся: любой продукт, содержащий либо белковые вещества, либо крахмал, либо жир, полезен в пищу. Любое изделие, не содержащее ни одного из них, бесполезно для употребления в пищу, за исключением случаев, когда речь идет о содержащихся в нем минералах или воде.**

Мы не обязаны есть все эти продукты питания. Белковые вещества должны быть у нас всегда. Это единственный пищевой продукт, содержащий азот. Это единственное вещество, которое может обновлять азотисто-протеидное вещество крови и, следовательно, азотисто-протеидное вещество организма.

Нам действительно могло бы удаться жить только на белковой материи, поскольку она содержит не только азот, но также углерод и водород, и из нее, с помощью нескольких минералов, мы могли бы обновить всю кровь и восстановить все без исключения части тела. Но, как вы узнаете позже, делать это было бы неэкономично и неразумно. Крахмал, сахар и жиры содержат углерод и водород без азота; и, следовательно, если мы хотим питаться ими, мы должны добавлять к ним немного белковых веществ.

**50.** Из этих пищевых продуктов, если отбросить минералы, сахар (которого, как вы знаете, существует несколько видов: тростниковый сахар, виноградный сахар и тому подобное) является единственным, который действительно растворим и легко проходит путем осмоса через тонкие мембраны (см. стр. 84). Если вы возьмете немного яичного белка, или сыворотки крови, или мяса, или фибрина, или немного вареного или некипяченого крахмала, или немного масла или жира, поместите это в мочевого пузырь и погрузите мочевой пузырь в чистую воду, вы обнаружите, что ничто из этого не проходит через мочевого пузырь в воду снаружи, как это сделали бы сахар или соль. Точно так же количество мяса, или крахмала, или жира, помещенное в ваш пищеварительный канал, никогда не проникнет через мембрану, которая отделяет внутреннюю часть канала от внутренней части капилляров, и поэтому останется совершенно бесполезным в качестве пищи, если с ним что-то не сделать. В то время как пища находится просто внутри

пищеварительного тракта, на самом деле она находится вне вашего тела. О нем можно сказать, что он находится внутри вашего тела, только когда он попадает в вашу кровь.

Более того, в продуктах, которые мы едим, эти продукты смешаны с огромным количеством вещей, которые вообще не являются продуктами питания; они упакованы во всевозможные маленькие коробочки, которые по большей части пригодны для употребления в пищу не больше, чем коробки или бумага, в которые заворачивают покупаемые вами сладости. Продукты питания должны быть извлечены из этих коробок и упаковки растворенными.

**Соки, выделяемые железами**, о которых мы говорили, отделяют пищевые продукты от их оболочек, воздействуют на них так, что они становятся пригодными для попадания в кровь, и оставляют все обертки бесполезными, которые выходят из пищеварительного тракта, не попадая в кровь, и, следовательно, вообще не образуя части тела.

Такое приготовление и растворение пищевых продуктов называется перевариванием.

Различные продукты питания воздействуют на разные отделы пищеварительного тракта.

Слюна во рту обладает удивительной способностью **превращать крахмал в сахар**. Если вы возьмете в рот немного вареного крахмала, который густой, липкий, пастообразный и безвкусный, и подержите его во рту несколько мгновений, он станет жидким и водянистым, а на вкус будет довольно сладким, потому что крахмал был превращен в сахар. Теперь, как вы знаете, сахар легко проходит через мембраны, в то время как крахмал - нет.

Желудочный сок в желудке мало воздействует на крахмал, но он **быстро растворяет все белковые вещества**.

Если вы возьмете кусок отварного мяса, обмакнете его в немного желудочного сока и будете держать смесь в тепле, через очень короткое время мясо постепенно исчезнет. Все белковые вещества растворятся, и останутся только оболочки из мышечных волокон и жира. У вас будет мясной раствор — более того, раствор, который, как ни странно, легко проходит через мембраны и, следовательно, готов попасть в кровь.

Сок поджелудочной железы и сок, выделяемый кишечником, действуют на крахмал так же, как слюна, и на белки в значительной степени так же, как желудочный сок.

**51.** Желчь и панкреатический сок вместе действуют на все жиры очень любопытным образом.

Вы знаете, что если вы взбиваете масло и воду вместе, хотя при сильном встряхивании они могут сильно перемешаться, как только вы прекращаете, они снова разделяются, и видно, что все масло плавает на поверхности воды. Однако, если вы взбиваете масло с панкреатическим соком и желчью, масло не отделяется. Получается что-то вроде кремообразной смеси, и вам придется очень долго ждать, пока масло всплывет наверх. Молоко, как вы знаете, содержит жир, который обычно называют сливочным маслом. Если вы исследуете молоко под микроскопом, то обнаружите, что весь жир разделен на мельчайшие капли. Точно так же, когда вы взбиваете растительное масло или любой другой жир с желчью и соком поджелудочной железы, вы обнаружите при исследовании, что жир или масло разделены на мельчайшие капли. Какова цель этого?

Если вы посмотрите на внутреннюю часть тонкой кишки любого животного, вы обнаружите, что она не гладкая и блестящая, как внешняя часть кишечника, а мохнатая или, скорее, бархатистая. Это происходит потому, что слизистая оболочка повсюду усеяна маленькими пятнышками, похожими на очень маленькие язычки, свисающие внутрь

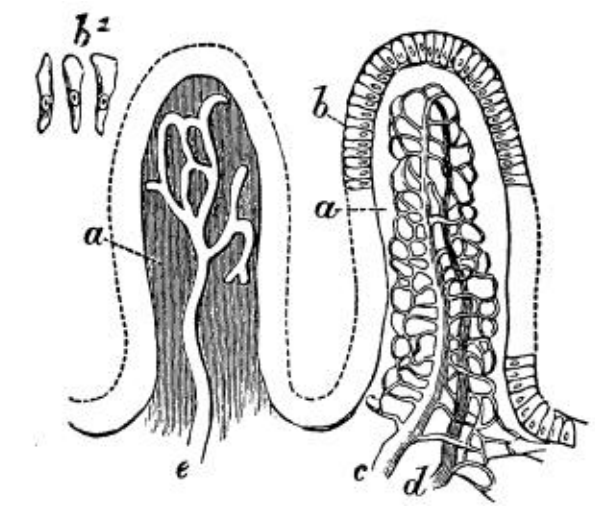


Рис. 18.—Полудиagramматический вид двух ворсинок тонкой кишки. (Увеличено примерно на 50 диаметров.)

а - вещество ворсинки; b - ее эпителий, некоторые клетки которого видны отдельно на b2; c d - артерия и вена с соединяющей их капиллярной сетью, которая обволакивает и скрывает e, молочную железу, которая занимает центр ворсинки и открывается в сеть млечных сосудов у ее основания.

кишечник. Они называются **ворсинками**; они мало чем отличаются от сосочков кожи ([рис. 15](#)), если предположить, что весь эпидермис удален, за исключением нижнего ряда клеток (d), а сам сосочек сильно вытянут. [Рис. 18](#) представляет собой эскиз, иллюстрирующий структуру **ворсинок**. Видите ли, эпителий (b) состоит из одного ряда клеток. Под эпителием, так же как и в каждом сосочке, находится сеть кровеносных капилляров, показанная для удобства только в правой ворсинке. Но помимо кровеносных капилляров, в каждой ворсинке есть то, чего нет в сосочке кожи, другой капилляр (показан для удобства только в левой ворсинке), который не содержит крови, который не связан ни с какой артерией или с какой-либо веной, но который начинается в ворсинке. Это **молочная железа**. Я пока ничего не говорил о них. В большинстве частей тела мы находим, помимо кровеносных капилляров, тонкие каналы, очень похожие на капилляры, за исключением того, что они содержат бесцветную жидкость вместо крови и не ответвляются от каких-либо более крупных сосудов, таких как артерии. Кажется, что они начинаются из той части, в которой находятся, подобно корням растения в почве. Но хотя в отличие от кровеносных капилляров они не ответвляются от более крупных стволов, они напоминают капилляры, соединяясь вместе, образуя более крупные стволы, соответствующие венам, и бесцветная жидкость течет из тонких капиллярных каналов к этим более крупным стволам. Эта бесцветная жидкость называется **лимфой**; она очень похожа на кровь без красных кровяных телец, а каналы, по которым она течет, называются **лимфатическими**.

Лимфатические сосуды почти из всех частей тела соединяются в конце концов в большой ствол, называемый **грудным протоком**, который впадает в крупные вены шеи, как показано на схеме, [рис. 6](#), *Lct., Ly., T. Д.*

Итак, многие лимфатические сосуды начинаются от бесчисленных ворсинок кишечника и называются **млечными протоками** ([Рис. 6](#), *Lct.*); так что можно сказать, что млечными протоками являются те лимфатические сосуды, корни которых уходят в ворсинки кишечника.

Но какое отношение все это имеет к перевариванию жира? Млечный означает **молочный**, а лимфатические сосуды, выходящие из ворсинок, называются млечными, потому что во время пищеварения жидкость в них, вместо того, чтобы быть прозрачной, как в остальной лимфатической системе, **становится белой и молочно-бледной**. Почему он такой белый и молочный? Потому что в нем много мельчайших частичек жира, и эти мельчайшие частички жира поступают изнутри кишечника. Это те же самые мельчайшие частички, на которые желчь и

панкреатический сок разделили жир, принятый с пищей. Мы знаем это, потому что, когда в пищу не употребляется жир, молочные железы не становятся млечными; и когда по какой-либо причине предотвращается попадание желчи и сока поджелудочной железы в кишечник, то, несмотря на то, что съедается очень много жира, он вообще не попадает в молочные железы, он остается в кишечнике большими кусками и в конце концов выбрасывается за ненадобностью.

52. Итак, вот что происходит с продуктами питания:-

Жиры расщепляются желчью и панкреатическим соком на мельчайшие частицы. Эти мельчайшие частицы, мы точно не знаем, как, проходят через эпителий ворсинок в млечные сосуды, из млечных желез в грудной проток, а из грудного протока в полую вену. Таким образом, жиры, которые мы едим, попадают в кровь.

Крахмал превращается в сахар во рту с помощью слюны, а в кишечнике - с помощью сока поджелудочной железы; но сахар легко проходит через мембраны и таким образом проникает в кровеносные капилляры стенок пищеварительного тракта. Таким образом, весь сахар, который мы едим, и весь полезный крахмал, который мы едим, попадают в кровь.

Протеиды растворяются в желудке желудочным соком, и то, что проходит через желудок, растворяется в кишечнике, растворяется таким образом, что может проходить через мембраны; и таким образом протеиды попадают в кровь.

Вероятно, часть сахара и протеидов также попадает в молочные железы.

Минералы растворяются либо во рту, либо в желудке, либо в кишечнике и попадают в кровь.

И вода поступает в кровь повсюду по всей длине канала.

Когда мы едим кусок хлеба, во время пережевывания во рту он увлажняется и смешивается со слюной. Таким образом, часть крахмала превращается в сахар, и весь он размягчается и разрыхляется. Попадая в желудок, часть белков растворяется желудочным соком и попадает в кровь, а весь остальной хлеб распадается на мясистую массу. Попадая затем в кишечник, то, что осталось от крахмала, преобразуется панкреатическим соком в сахар и сразу же выводится либо в молочные железы, либо прямо в кровь. В кишечнике остатки протеидов растворяются до тех пор, пока не останется ничего, кроме оболочек крошечных камер, в которых пшеница накапливала крахмал и протеиды по мере своего роста.

Когда мы едим кусок мяса, он разрывается зубами на кусочки и хорошо смачивается слюной, но в остальном практически не меняется во рту. Однако в желудке белки быстро исчезают под действием желудочного сока. Кусочки размягчаются, мышечные волокна обрываются и распадаются на части; жир высвобождается из камер, в которых он хранился у живого быка или овцы, и, растопленный теплом желудка, крупными каплями ложится поверх размягченной мясистой массы полупереваренной пищи. Перекатываясь в желудке в течение некоторого времени за счет сокращения мышц, которые помогают формировать стенки желудка, постоянно теряя большую часть своих белков в голодную кровь, сильно измененное мясо протискивается в кишечник. Здесь желчь и сок поджелудочной железы, расщепляя жир на мельчайшие частицы, смешивают жир, ломти мяса, пустые обертки, соль и воду, все вместе превращая в густую, грязную, желтоватую сметану. Выдавленный вдоль кишечника за счет сокращения мышечных стенок, этот полезный крем мало-помалу всасывается. Жир поступает капля за каплей, частица за частицей в молочные железы и так далее в кровь. Протеиды, которые растворяются все больше и больше по мере продвижения по каналу, всасываются в кровеносные сосуды или в молочную железу. Соль и вода проходят тот же путь, пока, наконец, переваренное мясо, со всеми его вкусовыми качествами, без которых не остается ничего, кроме неперевариваемой обертки или, возможно, также нескольких обломков волокон или жира, не выбрасывается за ненадобностью.

**Таким образом, все продукты питания, не претерпевшие значительных изменений, при неизменных их полезных свойствах, попадают либо сразу в кровь, либо сначала в млечные железы, а затем в кровь, и бесполезные оболочки продуктов питания выбрасываются.**

Пока мы перевариваем пищу, кровь постоянно мчится по ветвям аорты, по мелким артериям и капиллярам желудка и кишечника, по ветвям воротной вены и так через печень обратно к сердцу; и в течение нескольких секунд, пока она задерживается в кишечнике, она насыщается продуктами из пищеварительного канала, становясь с каждым витком все богаче и богаче. Пока мы перевариваем пищу, грудной проток капля за каплей вливает в крупные вены шеи насыщенную молочную жидкость, доставляемую туда млечными железами из кишечника, и когда кровь проходит через отверстие грудного протока на своем пути вниз от шеи к сердцу, она уносит эту насыщенную молочную жидкость с собой, и сердце снова разносит ее по всему телу.

**Таким образом, кровь питается пищей, которую мы едим, а тело - кровью.**

## **КАК КРОВЬ ИЗБАВЛЯЕТСЯ ОТ ОТХОДОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. § VIII.**

53. Но если кровь таким образом постоянно обогащается вещами, она также должна постоянно избавляться от вещей. Однако вещества, с которыми она разделяется, не совпадают с теми, которые она принимает. Кровь, как мы уже говорили, является топливом для мышц, мозга и других частей тела. Они обжигают кровь, обжигают ее теплом, но без света. Но, как вы узнали из вашего учебника химии, статья 4, горение - это всего лишь изменение, а не разрушение; при горении ничего не теряется. Если мышца сжигает кровь, она превращает ее во что-то; это что-то, будучи уже сожженным, не может быть сожжено снова, и от него нужно избавиться.

Во что сжигает себя тело, пока оно живо?

Я уже говорил, что если бы вы взяли кусок мяса или немного крови, высушили и сожгли, то обнаружили бы, что они превратились в четыре вещества — воду, углекислоту, аммиак и пепел. Тело состоит из азота, углерода, водорода и кислорода, а также серы, фосфора и некоторых других элементов. Азот и водород переходят в аммиак; водород с кислородом при горении образует воду; углерод, углекислоту; фосфор, серу и другие элементы переходят в фосфаты, сульфаты и другие соли.

**Каким бы способом ни окислялось тело, будь то быстрое сжигание в печи, будь то медленное окисление после смерти, как когда оно разлагается либо над землей, либо в почве, будь то быстрое окисление живой артериальной кровью еще при жизни — всеми этими несколькими способами вещи, в которые оно сгорает, в которые оно окисляется, одинаковы. Какими бы ни были этапы, конечным результатом всегда являются вода, углекислота, аммиак и соли.**

Это те вещества, которые всегда образуются в крови в результате окисления организма, это те вещества, от которых организм всегда должен избавляться.

В дополнение к воде, которая образуется в результате окисления твердых частиц организма, мы всегда потребляем огромное количество воды; отчасти потому, что абсолютно необходимо, чтобы наши внутренние органы постоянно оставались влажными, отчасти потому, что пища не может поступать в кровь, кроме как растворенная в воде, а отчасти потому, что мы нуждаемся в мытье внутри так же сильно, как и снаружи; если бы у нас не было, так сказать, потока воды, постоянно проходящего через наши тела, чтобы смыть все загрязнения, мы бы вскоре задохнулись, подобно тому, как двигатель задыхается от сажи и пепла, если его не чистить должным образом. Таким образом, нам приходится ежедневно избавляться от большого количества воды для мытья посуды сверх того, что образуется при сжигании водорода, содержащегося в нашей пище.

Мы уже видели, что большая часть углекислоты выводится легкими одновременно с поступлением кислорода. Большое количество воды уходит по тому же каналу. Вы очень хорошо знаете, что каким бы сухим воздухом вы ни дышали, он выходит из вашего тела достаточно влажным от воды.

Мы также уже видели, как кровь выделяет пот в потовые железы и так далее к коже. Пот - это немногим больше, чем вода с небольшим содержанием соли. Таким образом, кожа помогает

очищать кровь через потовые железы, выводя воду с небольшим количеством соли. Вы должны помнить, что большое количество воды уходит с вашей кожи без вашего ведома. Вместо того, чтобы оседать на коже в виде капель пота, он сразу же выделяется в виде пара. Некоторое количество углекислоты также проникает из крови через кожу.

**54.** Нам остается только выяснить, каким образом кровь избавляется от аммиака и остальных солевых веществ, которые не проходят через кожу?

Они выделяются почками из крови, растворяются в большом количестве воды в виде **мочи**.

Что такое почка? Постепенно вы узнаете больше об этом органе. Между тем для наших нынешних целей будет достаточно сказать, что почка представляет собой пучок длинных трубчатых желез, не так уж сильно отличающихся от потовых, соединенных вместе в округлую массу, внешний вид которой вам знаком. **В эти железы кровь выделяет мочу точно так же, как она выделяет пот в потовые железы.** Сами железы объединяются в общую трубку или проток, который отводит мочу в сосуд, называемый мочевым пузырем, откуда она выбрасывается при необходимости.

Что такое моча? На самом деле моча - это вода, содержащая в растворе несколько солей и, в частности, содержащая некоторое количество аммиака. Аммиак в моче обычно находится в определенном состоянии, соединяясь с небольшим количеством углекислоты в форме того, что называется **мочевиной**. Если мочевины на самом деле не является аммиаком, то, по крайней мере, находится по соседству с ним.

Итак, три великих канала, по которым кровь очищается, с помощью которых она избавляется от своих отходов, - это легкие, почки и кожа. Через легкие выводятся углекислота и вода; через почки - вода, аммиак в форме мочевины и различные соли; через кожу - вода и еще несколько солей. По мере того как кровь проходит через легкие, почки и кожу, она мало-помалу избавляется от загрязнений, которые ее закупоривают, одно в одном месте, другое в другом, и возвращается с каждым разом все чище и свежее. Необходимость избавиться от углекислоты и получить свежий приток кислорода является более насущной, чем необходимость избавиться от аммиака или солей. Следовательно, в то время как вся кровь, покидающая левый желудочек, должна пройти через легкие, прежде чем снова вернуться в левый желудочек, только небольшая ее часть проходит через почки, ровно столько, чтобы наполнять при каждом ударе мелкие артерии, ведущие к этим органам. Кровь жаждет больших глотков кислорода и выдыхает большие порции углекислоты, но вполне довольствуется тем, что расстается со своим аммиаком и солями маленькими каплями, по крупинкам.

Три канала взаимодействуют между собой, поддерживая чистоту и свежесть крови, усердно работая и выводя много жидкости, когда принимается много пищи или воды или выполняется много работы, и расслабляясь и работая медленно, когда съедается мало пищи или когда тело находится в состоянии покоя.

## **ВКРАТЦЕ РАССКАЗАНА ВСЯ ИСТОРИЯ. § IX.**

**55.** А теперь вы должны быть в состоянии понять, как получается, что мы живем за счет пищи, которую едим.

Пища, поскольку ее можно сжечь, является источником энергии. При горении она выделяет тепло, а тепло - это сила. Если бы нам было так угодно, мы могли бы сжигать в печи то, что мы употребляем в пищу, и с их помощью водить локомотив или работать на мельнице; если бы нам было так угодно, мы могли бы перерабатывать это в порох и с их помощью стрелять из пушек или взрывать камни. Вместо того чтобы делать это, мы сжигаем их в наших собственных телах и используем их силу в себе.

Пища, поступающая в пищеварительный канал, переваривается там; питательные вещества с очень небольшими изменениями отделяются от непитательных отходов; они попадают в кровь и становятся ее неотъемлемой частью.

Кровь, приводимая в движение непрерывным ударом сердечного насоса, циркулирует по всему телу и в узких капиллярах омывает каждую частичку почти каждой его части. Постоянно насыщаемая горючими веществами благодаря частым поступлениям пищи, кровь также при каждом заходе всасывает кислород из воздуха легких; и, таким образом, артериальная кровь постоянно доставляет ко всем частям тела, к мышцам, мозгу, костям, нервам, коже и железам, материал для сжигания и кислород, с помощью которого они сжигаются.

Повсюду происходит окисление, горение, в одних местах или в какое-то время яростное, в других местах или в другое время слабое, превращающее артериальную кровь, богатую кислородом, в венозную, бедную кислородом. Из большинства мест, где происходит окисление, венозная кровь уходит более горячей, чем поступившая артериальная; и вся горячая кровь, смешиваясь вместе и разливаясь по всему телу, сохраняет тепло всего тела. Постоянно проходя через бесчисленные маленькие печи, кровь должна быть теплой. Вот почему **мы** теплые. Но из некоторых мест, например, из кожи, венозная кровь уходит более холодной, чем поступившая артериальная, потому что, проходя по кожным капиллярам, она отдает большую часть своего тепла всему, что прикасается к коже, а также теряет много тепла при превращении жидкого пота в пар. Вот почему, пока мы здоровы, нам никогда не становится жарче определенного градуса температуры, так называемого кровяного жара, 98 ° по Фаренгейту, и вот почему мы согреваем одежду, которую носим, и постель, в которой спим.

Повсюду происходит окисление, окисление либо самой крови, либо структур, которые она омывает и потери которых она должна восполнять. Повсюду происходят изменения. Мало-помалу, по крупицам, каждая часть тела, здесь быстро, там медленно, постоянно разрушается и так же постоянно создается заново кровью. Создается заново в соответствии со своей собственной природой. Хотя по всем капиллярам течет одна и та же кровь, в разных частях тела она производит разные процессы. В мышце он образует мускул; в нерве - нерв; в кости - кость; в железах - сок. Хотя это одна и та же кровь, она придает разные качества разным частям тела: из нее одна железа вырабатывает слюну, другая - желудочный сок; из нее кости черпают силу, мозг - способность чувствовать, мышцы - способность сокращаться.

Когда бицепс сокращается и поднимает руку, это действительно работает. Силу для выполнения этой работы мышца получает из крови, а кровь - из пищи. Таким образом, вся работа, на которую мы способны, происходит от нашей пищи, от окисления нашей пищи, точно так же, как мощность паровой машины происходит от окисления ее топлива. Но вы знаете, что в паровой машине только очень малая часть мощности, или энергии, как это называется, топлива, идет на приведение в движение колеса. Гораздо большая часть теряется в виде тепла. Так же и с нашими телами: вся сила, которую мы можем приложить своим телом, - это лишь малая часть энергии нашей пищи; все остальное уходит на поддержание нашего тепла.

Посещая все части тела, восстанавливая и освежая каждое место, к которому прикасается, ток крови также уносит из каждого органа отходы жизнедеятельности, которые этому органу больше не нужны. Точно так же, как каждая часть или орган обладает различными свойствами и различной работой, так и отходы каждого из них не совсем одинаковы, хотя все они одинаковы в той мере, в какой все они являются результатами окисления. Растрата мышц - это не совсем то же самое, что растрата мозга или печени. Возможно, отходы, которые кровь выносит из одного органа, могут быть полезны для другого и, таким образом, выполнять двойную работу, точно так же, как смола, которую выбрасывают газовые заводы, приносит состояние производителю красок.

Как бы то ни было, продукты жизнедеятельности всех частей тела, перемещающиеся туда-сюда по организму, в конце концов сводятся к очень простым вещам, из которых исчезают все их полезные свойства, полностью или почти полностью утрачивается способность гореть, они ни на что не годны, кроме как быть выброшенными, в конце концов превращаются в мочевины или аммиак, углекислоту и соли. В таком виде пища после более длительного или более короткого пребывания в организме, выполнив свою работу, сформировав ту или иную часть, помогая

мышцам сокращаться или печени выделять секрецию, вызвав своим горением работу или нагрев, бессильно возвращается в землю и воздух, из которых она пришла. Итак, история рассказана.

## КАК МЫ ЧУВСТВУЕМ И БУДЕМ ПОСТУПАТЬ. § X.

56. Прежде чем дать полный ответ на вопрос, почему мы переезжаем, мы должны отметить еще один момент.

Мы видели, что мы двигаемся благодаря сокращению наших мышц, и что в общем случае мышца сокращается потому, что нечто, запущенное в мозге по нашей воле, спускается из мозга вниз через более или менее спинной мозг, по определенным нервам, пока не достигнет мышцы. Именно это нечто, которое мы можем назвать **нервным импульсом**, заставляет мышцу сокращаться.

Но что заставляет нас проявлять свою волю? Что запускает нервный импульс?

Не все нервы в организме заканчиваются в мышцах. Многие из них заканчиваются, например, в коже, в тех сосочках, о которых я говорил некоторое время назад. Эти нервы не могут использоваться для передачи нервных импульсов от мозга к коже. Усилием воли вы можете заставить свои мышцы сокращаться; но как бы вы ни старались, вы не сможете вызвать никаких изменений в своей коже.

Тогда какой цели служат эти нервы? Если вы уколете или дотронетесь до своего пальца, вы почувствуете укол или прикосновение; вы говорите, что у вас есть **ощущение** в вашем пальце. Предположим, вы должны были бы перерезать нервы, которые идут от кожи вашего пальца вдоль руки к вашему мозгу. Что бы произошло? Если бы вы укололи или коснулись своего пальца, вы бы не почувствовали ни укола, ни прикосновения. Вы бы сказали, что потеряли всякую чувствительность в пальце. Таким образом, эти нервы, заканчивающиеся в пальце, используются иначе, чем те, которые заканчиваются в мышце. **Последние передают импульсы от мозга к мышцам и поэтому, являясь инструментами для вызывания движений, называются двигательными нервами. Первые, передающие импульсы от кожи к мозгу и являющиеся инструментами для получения ощущений, называются сенсорными нервами.** Все части кожи снабжены этими чувствительными нервами, но не в одинаковой степени. Говорят, что части, где их много, такие как пальцы, очень чувствительны; говорят, что части, где их мало, такие как задняя часть туловища, менее чувствительны. Другие части тела, помимо кожи, также имеют чувствительные нервы.

Двигательные нервы бывают только одного вида; все они выполняют один вид работы — заставляют мышцы сокращаться. Но существует несколько видов чувствительных нервов, каждый из которых выполняет особую работу. Несколько функций, которые должны выполнять эти различные виды сенсорных нервов, называются **органами чувств**.

Работа нервов кожи по всему телу называется **осязанием**. На ощупь вы можете узнать, является ли тело грубым или гладким, влажным или сухим, горячим или холодным и так далее.

Однако вы не можете на ощупь отличить соль от сахара. И все же, как только вы кладете соль или сахар на язык, вы можете распознать это, потому что вы задействуете сенсорные нервы другого рода, нервы, которые дают нам **ощущение вкуса**. Точно так же у нас есть нервы **обоняния**, нервы **слуха** и нервы **зрения**.

Осязательные нервы, там, где они заканчиваются, или, скорее, там, где они начинаются в коже, иногда имеют, а иногда и нет, прикрепленные к ним маленькие своеобразные структуры, маленькие **органы осязания**. Точно так же вкусовые и обонятельные нервы заканчиваются или, скорее, начинаются своеобразным образом. Когда мы переходим к нервам слуха и зрения, мы обнаруживаем, что они начинаются в самых сложных органах - ухе и глазу.

Обо всех этих **органах чувств** вы узнаете больше позже; пока же я хочу, чтобы вы поняли, что посредством этих различных чувствительных нервов мы, пока мы живы и бодрствуем, получаем

впечатления из внешнего мира, ощущения прикосновения, ощущения шероховатости и гладкости, тепла и холода, ощущения хороших и дурных запахов, ощущения вкусов различного рода, ощущения всевозможных звуков, ощущения цветов и форм вещей.

Через нашу кожу, через наш нос, через наш язык и небо, через наши уши и, прежде всего, через наши глаза впечатления, вызываемые внешним миром, постоянно проходят по чувствительным нервам к мозгу; туда же приходят впечатления изнутри нас самих, сообщая нам, где находятся наши конечности и что делают наши мышцы. В мозгу эти впечатления становятся ощущениями. Они побуждают мозг к действию; и мозг, воздействуя на них и посредством них, неизвестными нам способами, управляет телом как сознательная разумная воля.

---

## ГЕОЛОГИЯ НИКОЛСОНА.

*Учебник геологии для школ и колледжей.*

Автор Х. Аллейн Николсон, ДОКТОР МЕДИЦИНСКИХ НАУК, МАГИСТР ИСКУССТВ, ДОКТОР  
ФИЛОСОФИИ,

F. R. S. E., F. G. S. и др., профессор естественной истории  
и ботаники Университетского колледжа в Торонто.

*12то. 266 страниц. Цена 1.50 долларов.*

Эта работа полностью адаптирована для использования новичками. В то же время предмет рассматривается с такой полнотой, чтобы сделать работу подходящей для продвинутых классов, в то время как она призвана служить введением к более крупной работе, которая находится в процессе подготовки автором.

---

## ЗООЛОГИЯ НИКОЛСОНА.

*Учебник зоологии для школ и колледжей.*

ТОГО ЖЕ АВТОРА, ЧТО И ВЫШЕ.

*12 млн. 353 страницы. Цена, \$1.75.*

В этом томе, говоря сравнительно, беспозвоночным животным было уделено гораздо больше места, чем обычно в работах подобного рода: исходя из убеждения, что все учения по зоологии должны, по возможности, сопровождаться практической работой, в то время как молодой студент с гораздо большей вероятностью займется практически раковинами, насекомыми, кораллами и тому подобным, чем более крупными и труднодоступными позвоночными животными.

Значительное место было уделено обсуждению принципов зоологической классификации, и основной части работы предшествует краткий обзор основных подразделений животного царства.

\* Копия любой из вышеуказанных работ для ознакомления будет отправлена по почте с последующей оплатой любому Учителю или школьному служащему за половину ее стоимости.

Издательство D. APPLETON & CO., PUBLISHERS,  
Бродвей, 549 и 551, Нью-Йорк.

## СНОСКИ:

[1] Для мышц необычно иметь два сухожилия на одном конце. Отсюда и название **бицепс**, или “двуглавый”.

[2] Из *pulmo*, **легкого**; артерии легкого.

[3] Из *hepara*, **печени**; вены печени.

### Типографские ошибки, исправленные переписчиком etext:

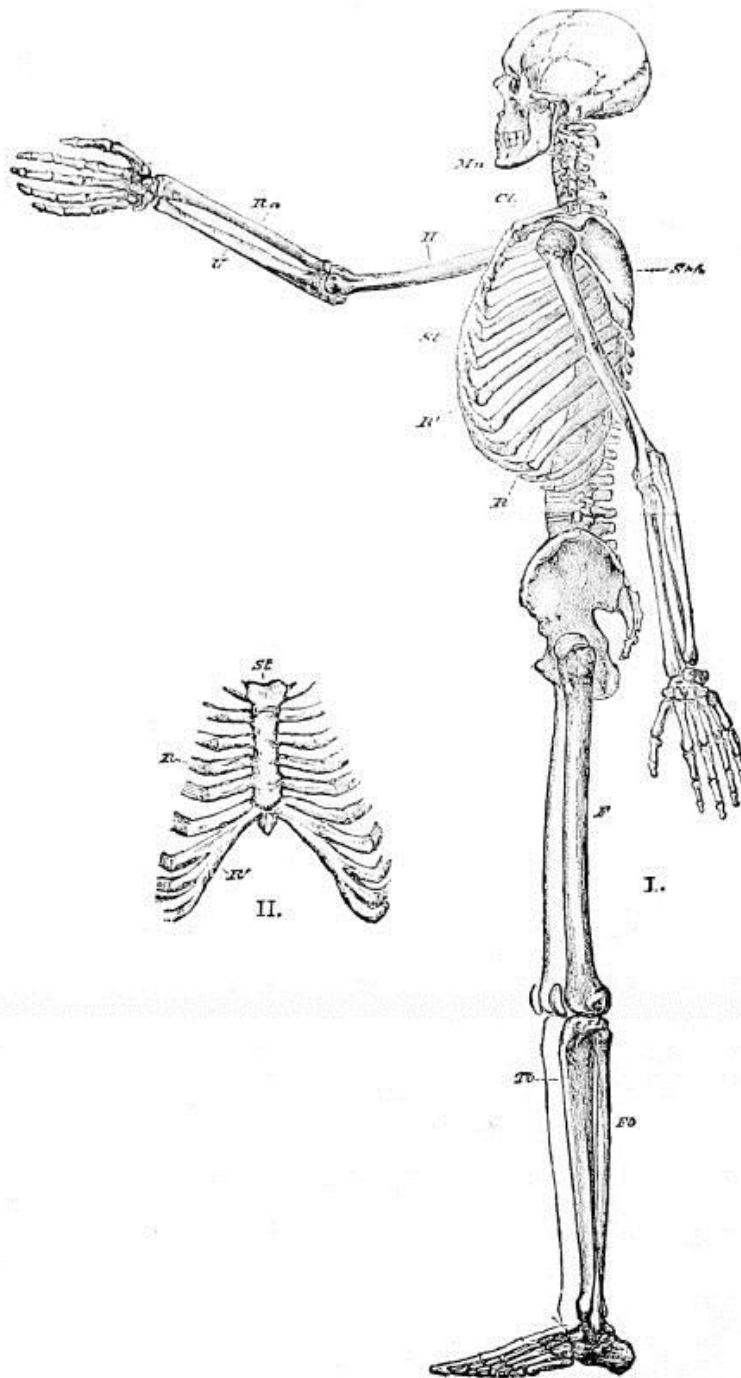
было бы невозможно => было бы невозможно {стр. 34}

cordæ tendineæ=> chordæ tendineæ {стр. 70}

трехстворчатый клапан между=> трехстворчатый клапан между {стр. 72}

тело может, может => тело может {стр. 103}

---



# EXPLANATION OF THE PLATE.

FIG. I.—THE HUMAN SKELETON IN PROFILE.

|                                              |                  |                         |
|----------------------------------------------|------------------|-------------------------|
| <i>Mn</i> . The Mandible or Lower Jaw.       |                  |                         |
| <i>St</i> . The Sternum.                     |                  |                         |
| <i>R</i> . The Ribs.                         | } In the Thorax. |                         |
| <i>R'</i> . The Cartilages of the Ribs.      |                  |                         |
| <i>Scp</i> . The Scapula, or Shoulder Blade. |                  |                         |
| <i>Cl</i> . The Clavicle, or Collar Bone.    |                  |                         |
|                                              |                  | <i>H</i> . The Humerus. |
|                                              |                  | <i>Ra</i> . The Radius. |
|                                              |                  | <i>U</i> . The Ulna.    |
|                                              |                  | <i>F</i> . The Femur.   |
|                                              |                  | <i>Tb</i> . The Tibia.  |
|                                              |                  | <i>Fb</i> . The Fibula. |
|                                              |                  | } In the Leg.           |

FIG. II.

A front view of the Sternum, *St*., with the Cartilages of the Ribs, *R'*, and part of the Ribs themselves *R*.

[back](#)



FIG. 1.—The Viscera of a Rabbit as seen upon simply opening the Cavities of the Thorax and Abdomen without any further Dissection.

[back](#)

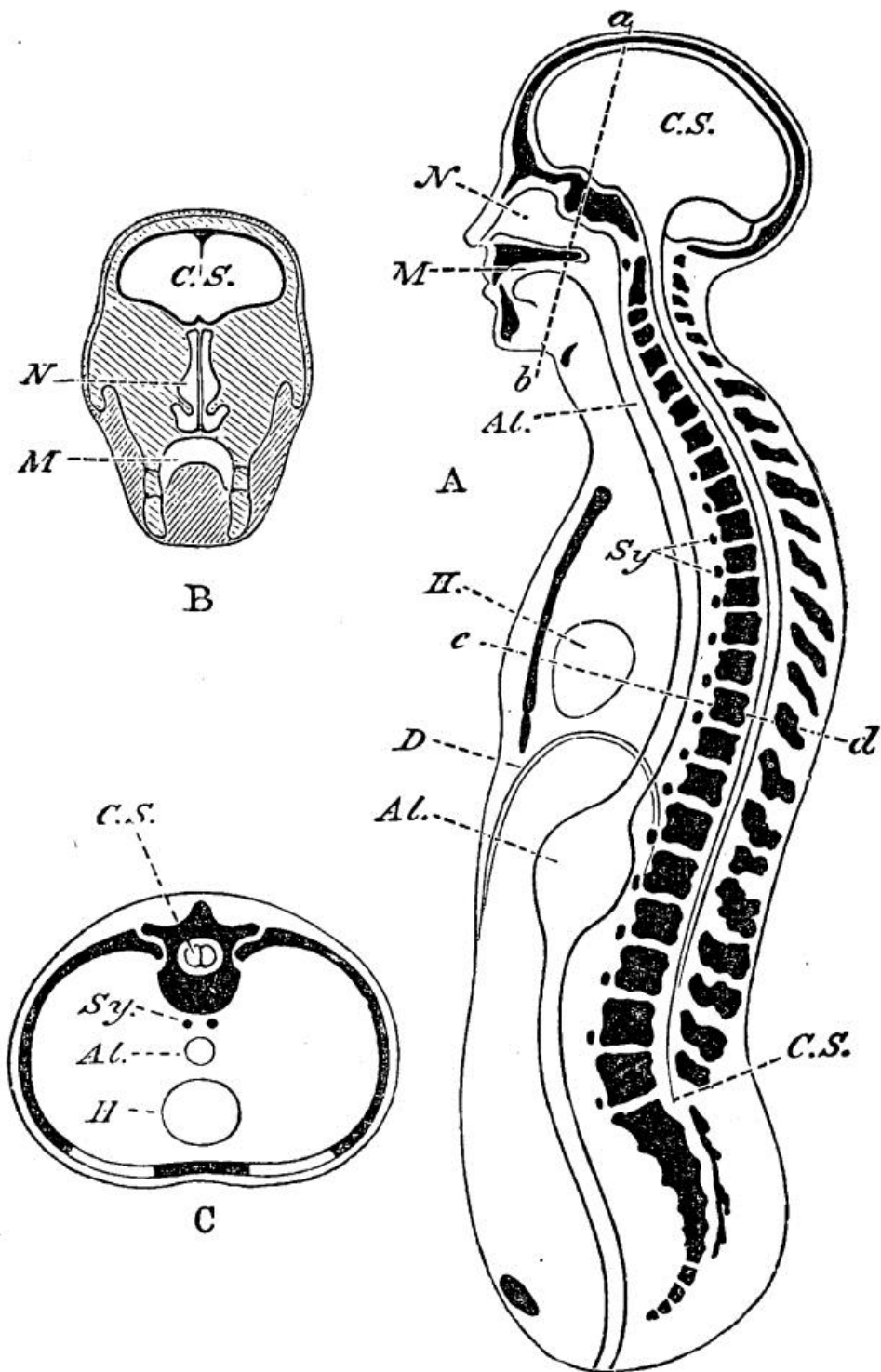


FIG. 2.

[back](#)

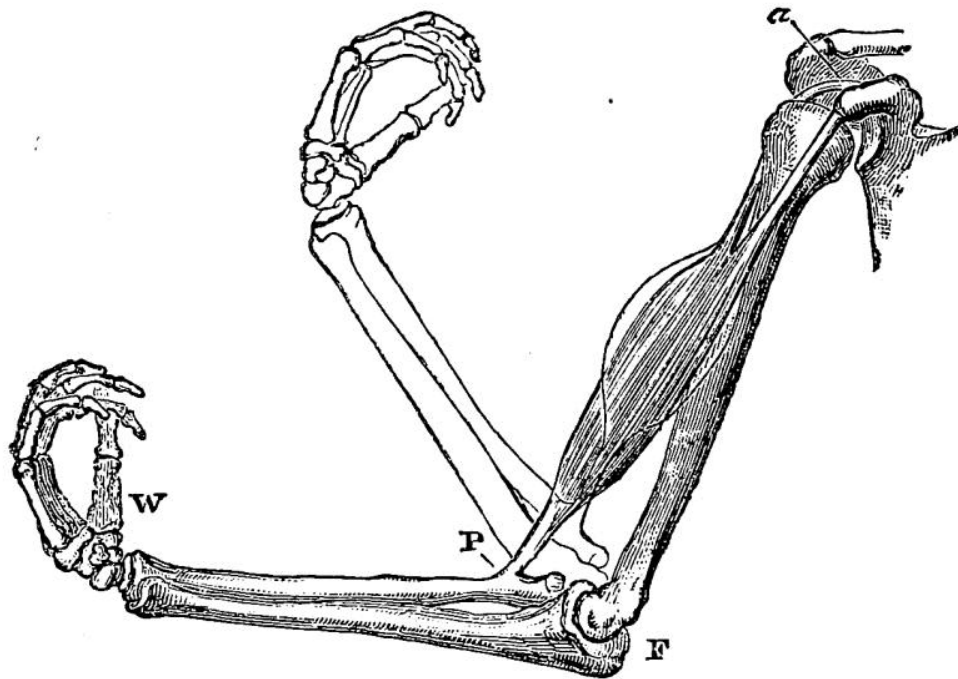


FIG 3.—*The Bones of the Upper Extremity with the Biceps Muscle.*

[back](#)

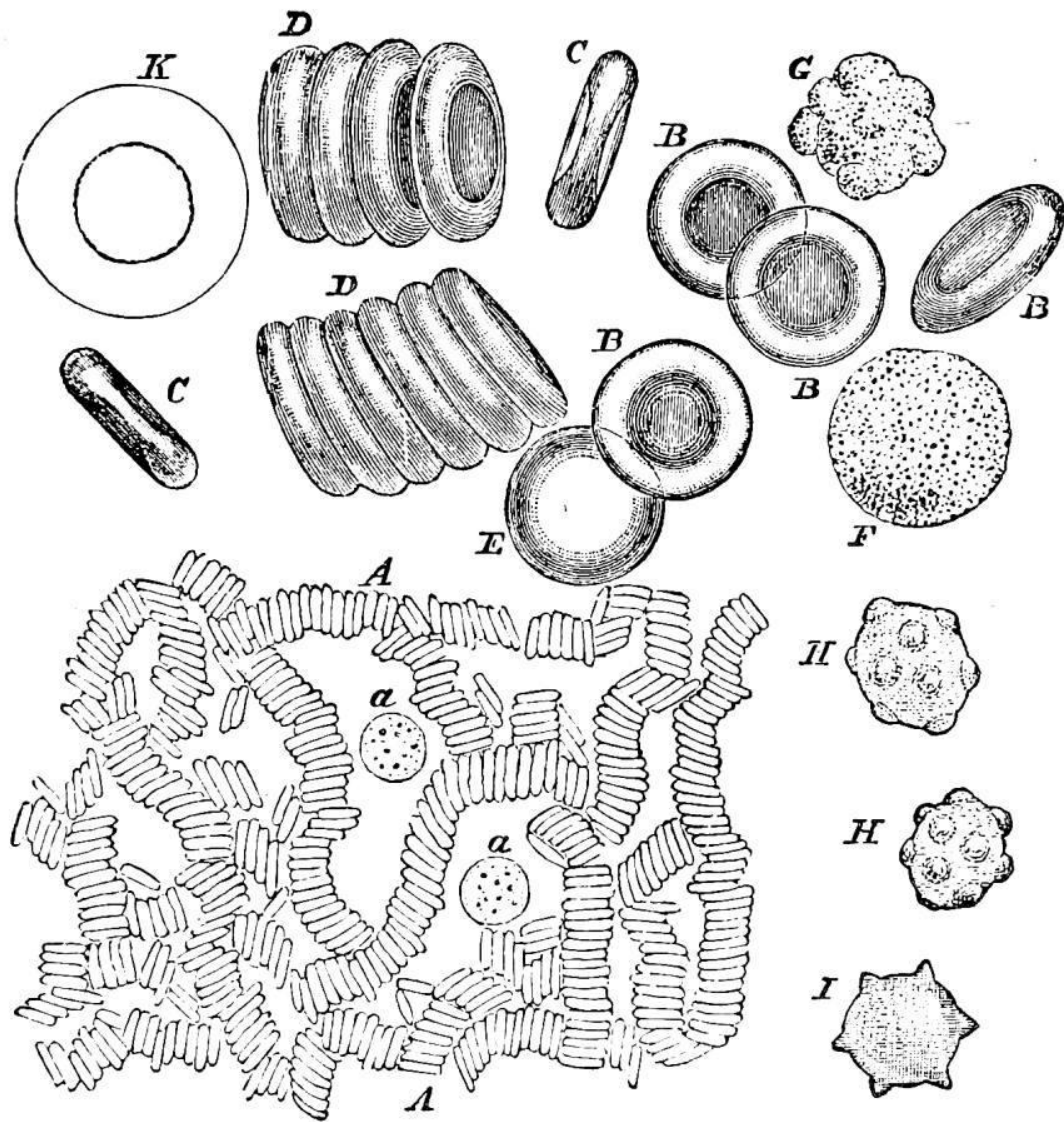


FIG. 4.—Red and White Corpuscles of the Blood magnified.  
[back](#)

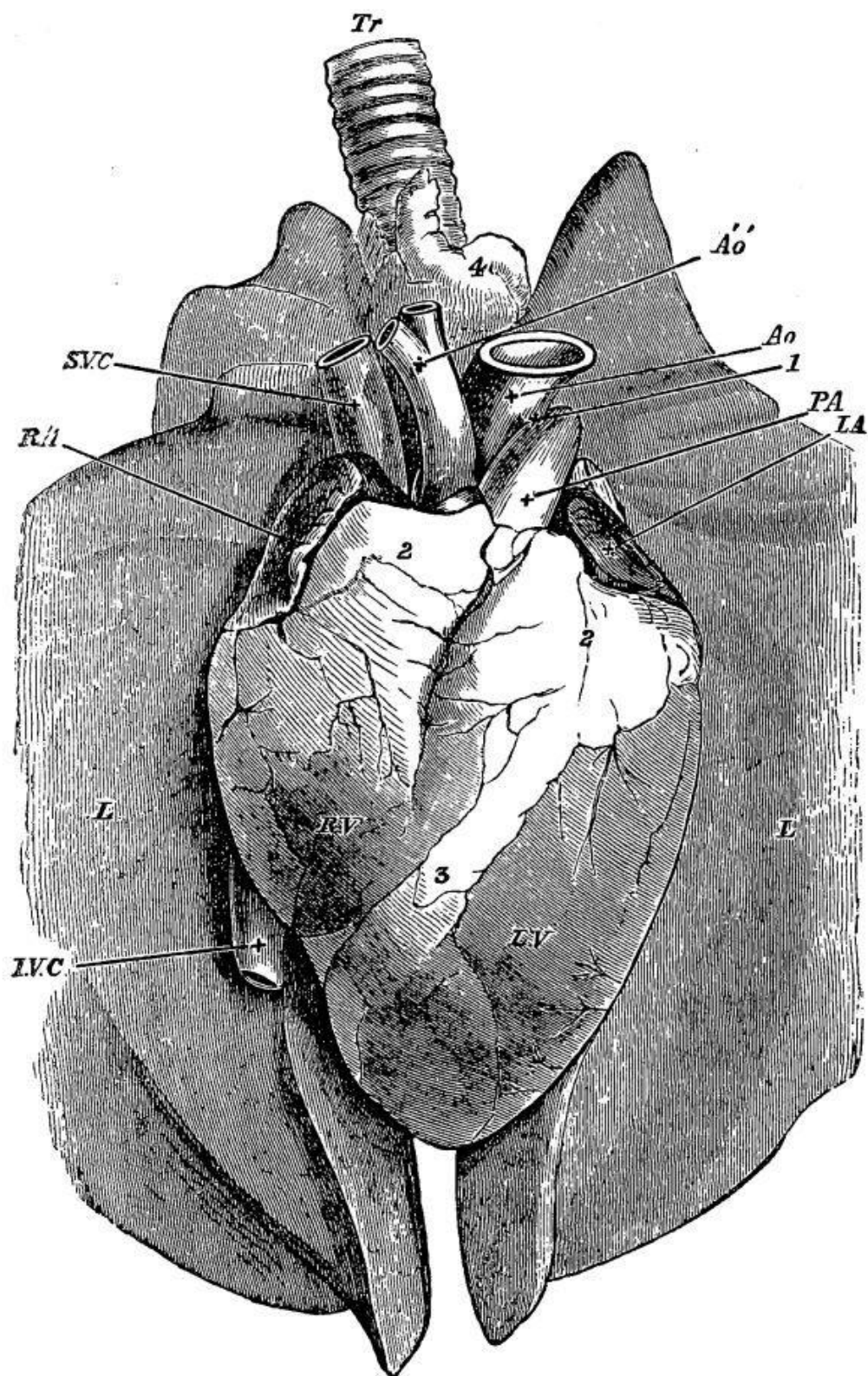


FIG. 5.—Heart of Sheep, as seen after Removal from the Body, lying upon the Two Lungs. The Pericardium has been cut away, but no other Dissection made.

[back](#)

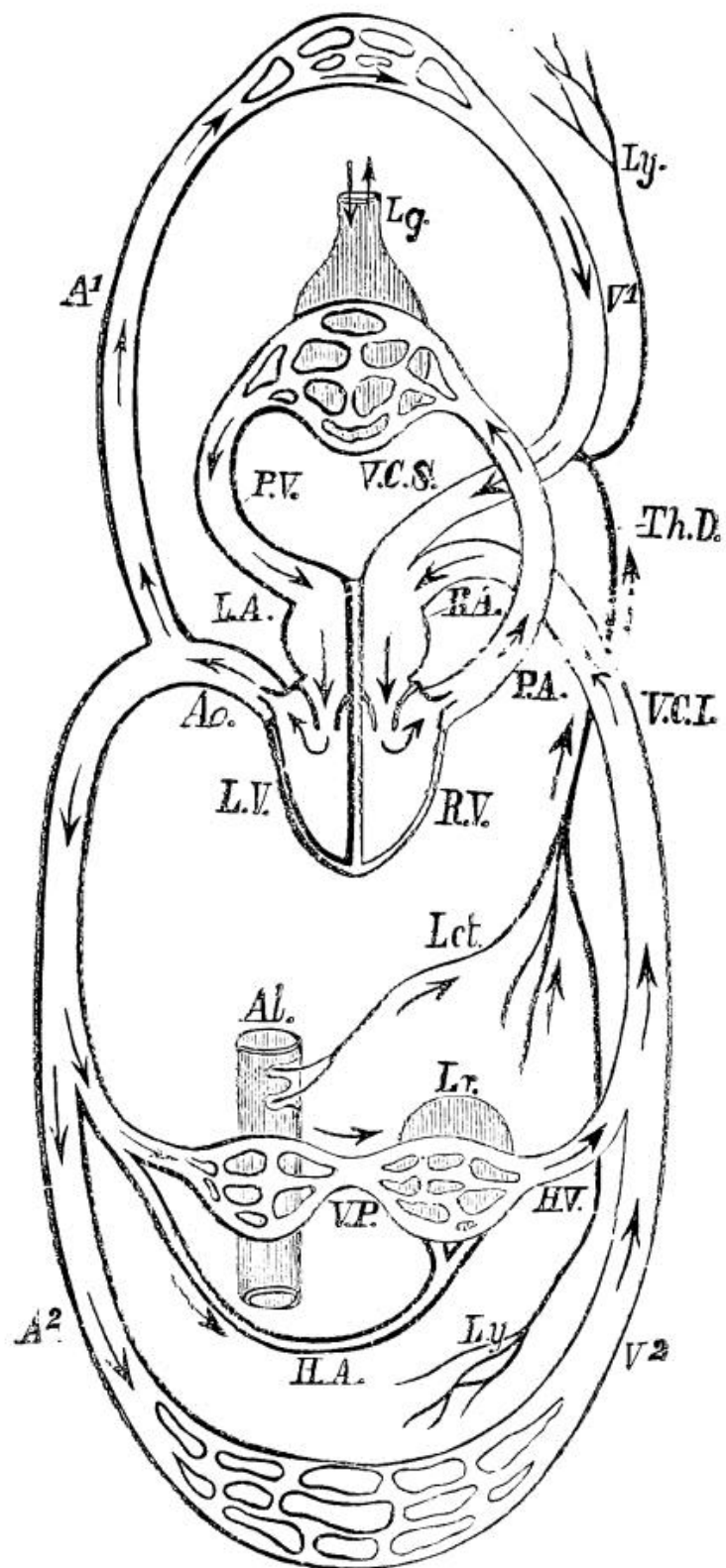


FIG. 6.—Diagram of the Heart and Vessels, with the Course of the Circulation, viewed from behind so that the proper left of the Observer corresponds with the left side of the Heart in the Diagram.

[back](#)

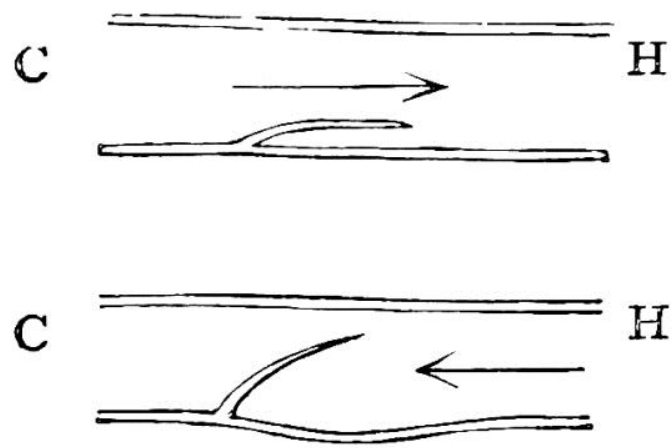


FIG. 7.—*Diagrammatic Sections of Veins with Valves.*

[back](#)

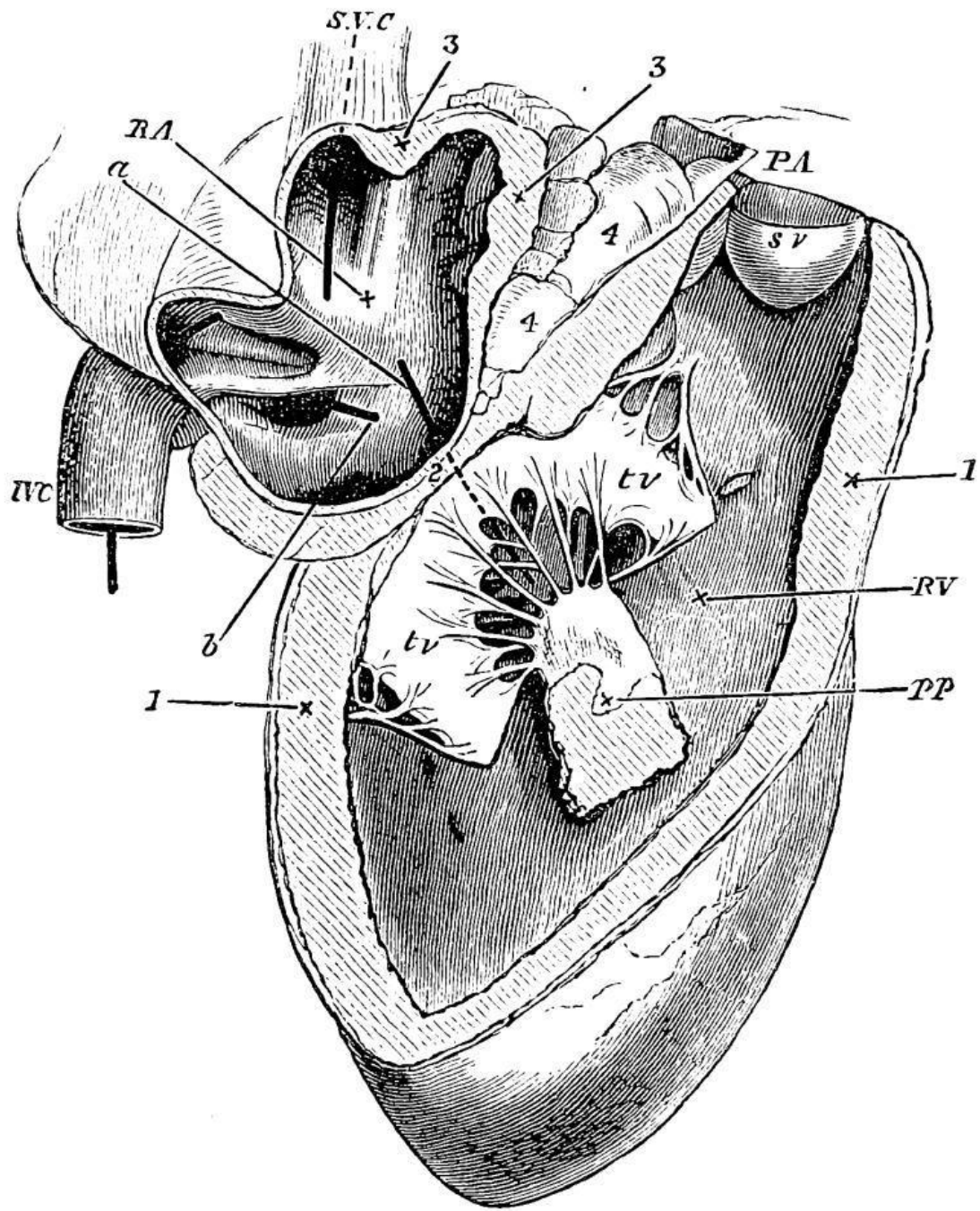


FIG. 8.—*Right Side of the Heart of a Sheep.*

[back](#)

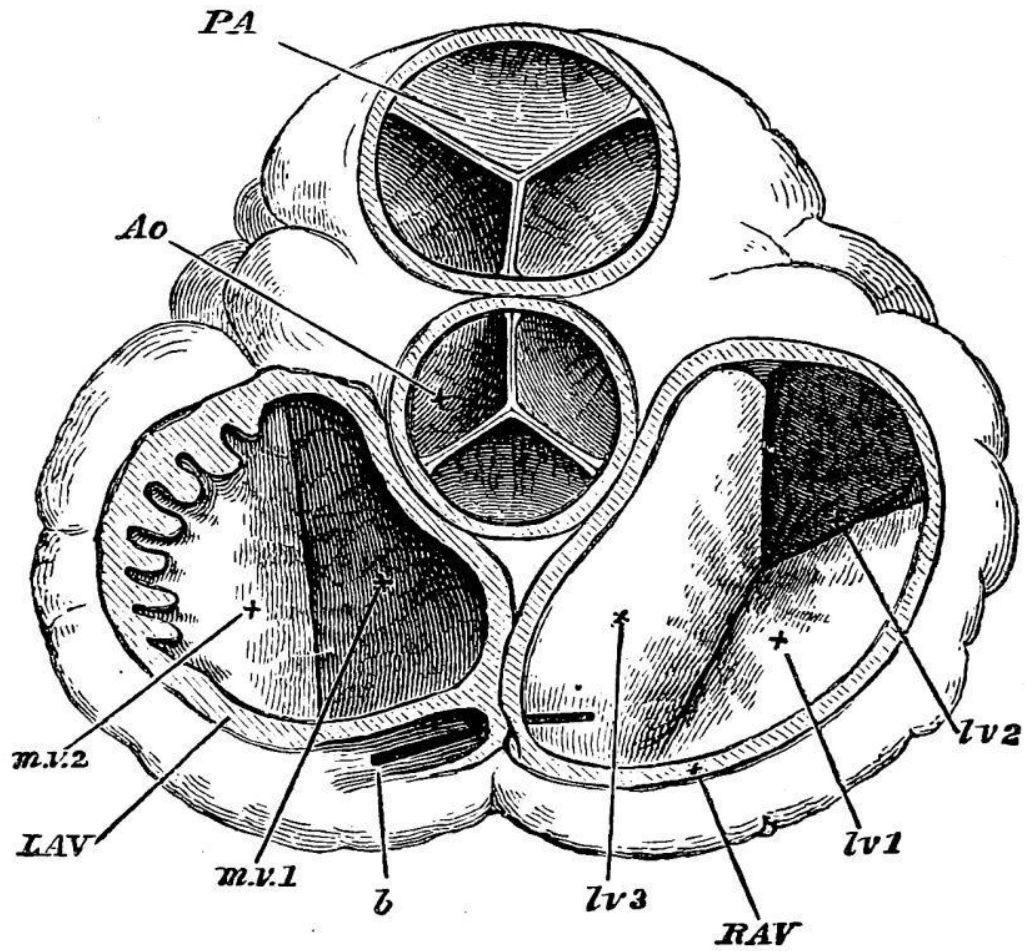


FIG. 9.—The Orifices of the Heart seen from above, the Auricles and Great Vessels being cut away.

[back](#)

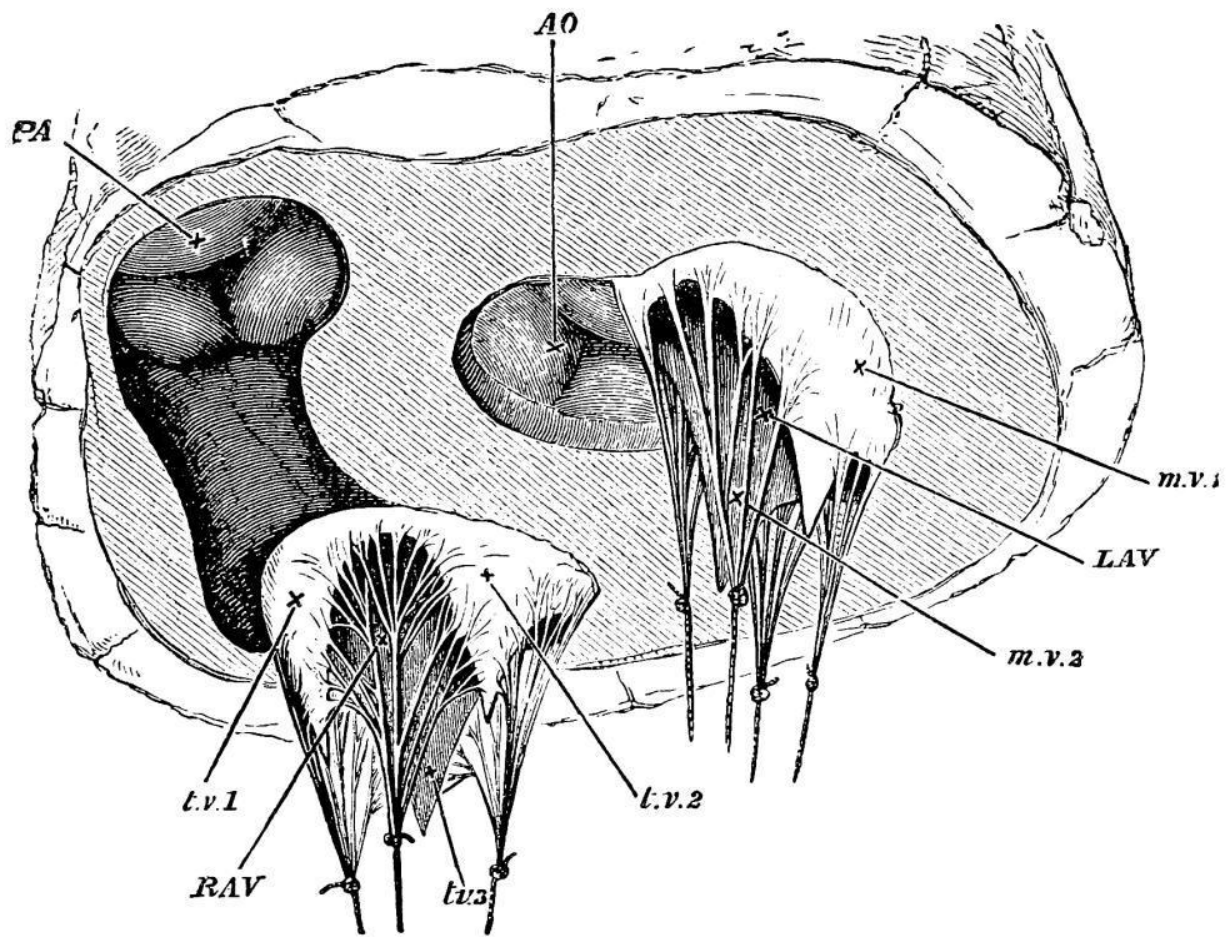


FIG. 10.—View of the Orifices of the Heart from below, the whole of the Ventricles having been cut away.

[back](#)

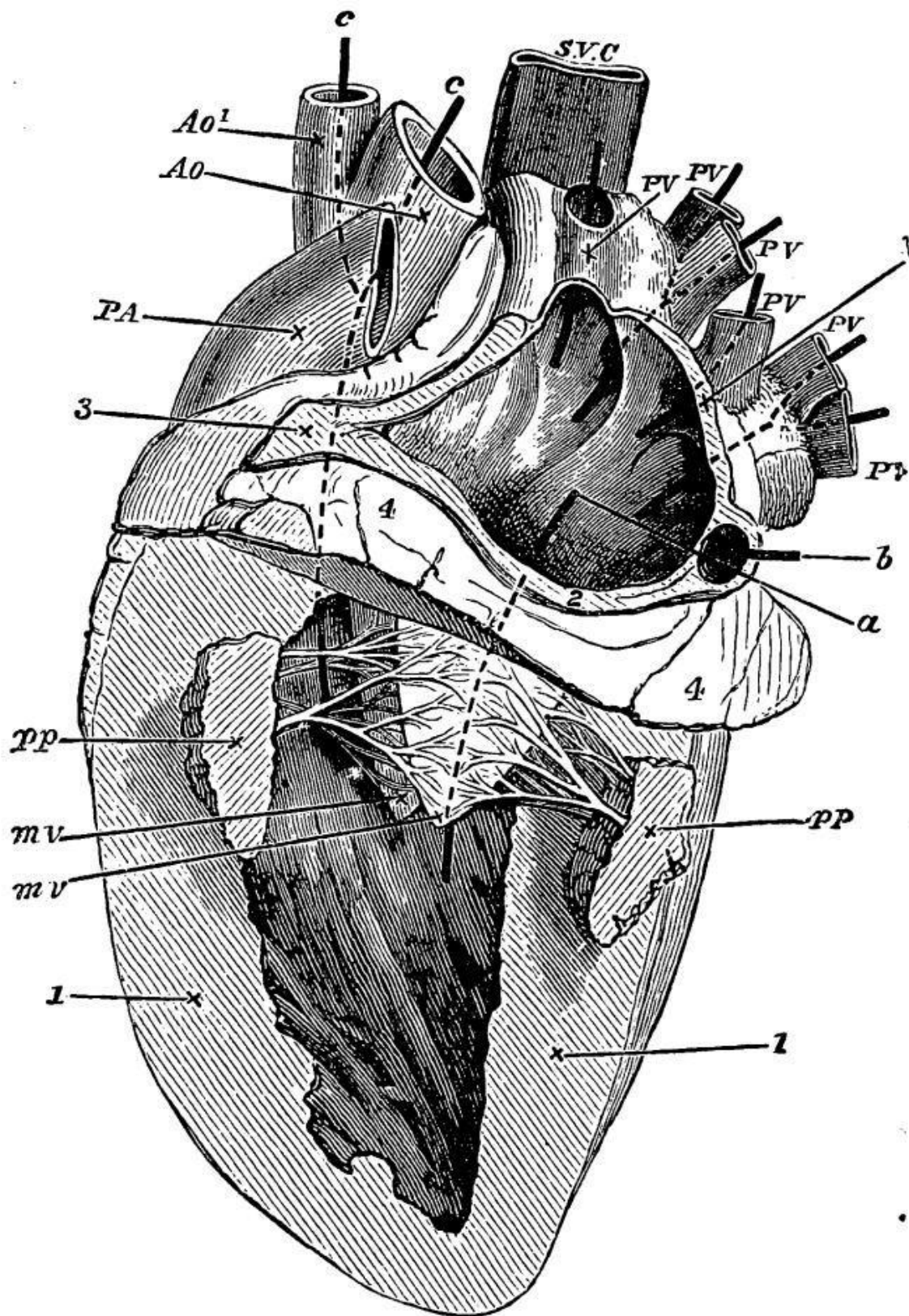


FIG. 11.—Left Side of the Heart of a Sheep (laid open).

[back](#)

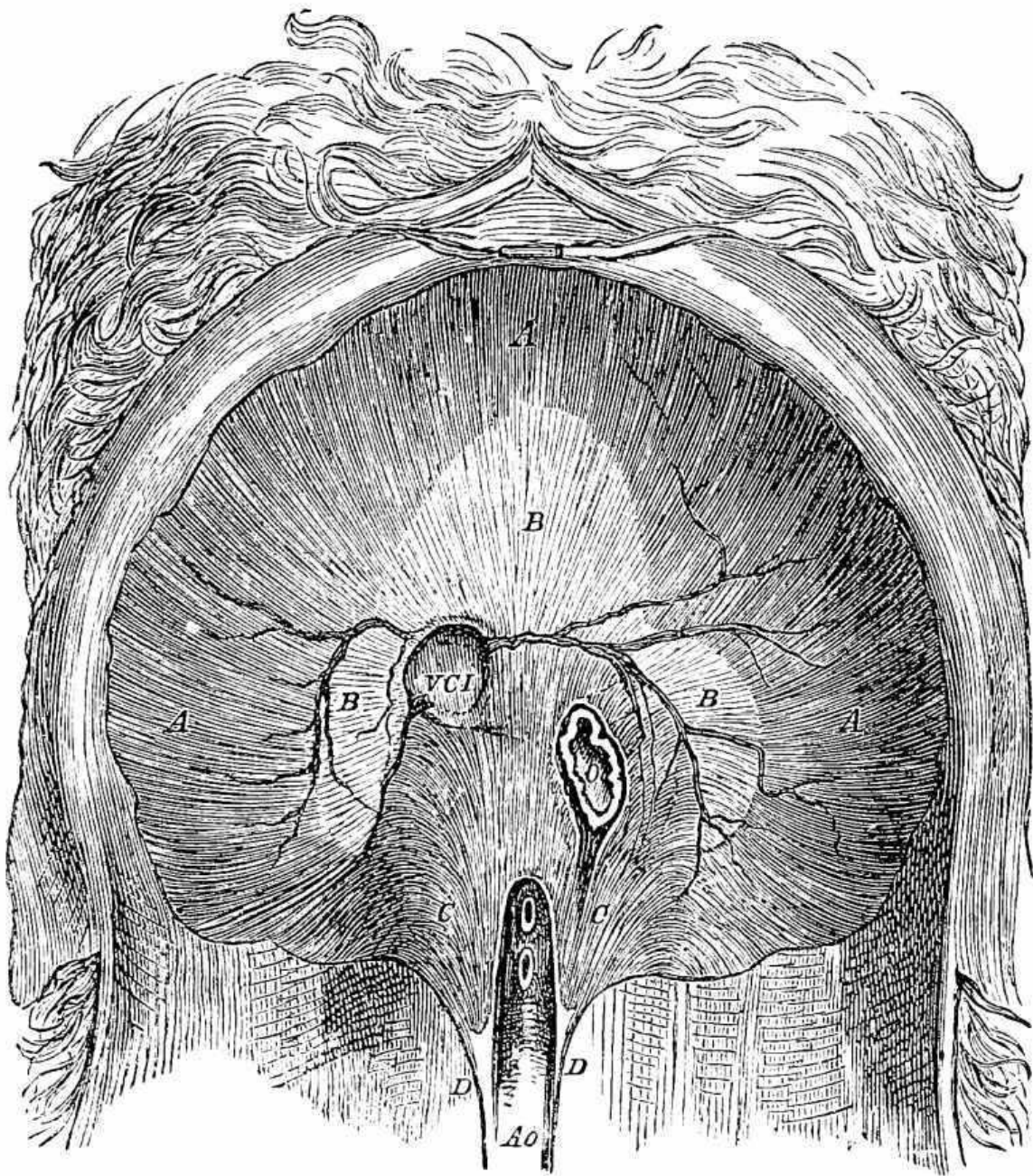


FIG. 12.—*The Diaphragm of a Dog viewed from the Lower or Abdominal Side.*

[back](#)

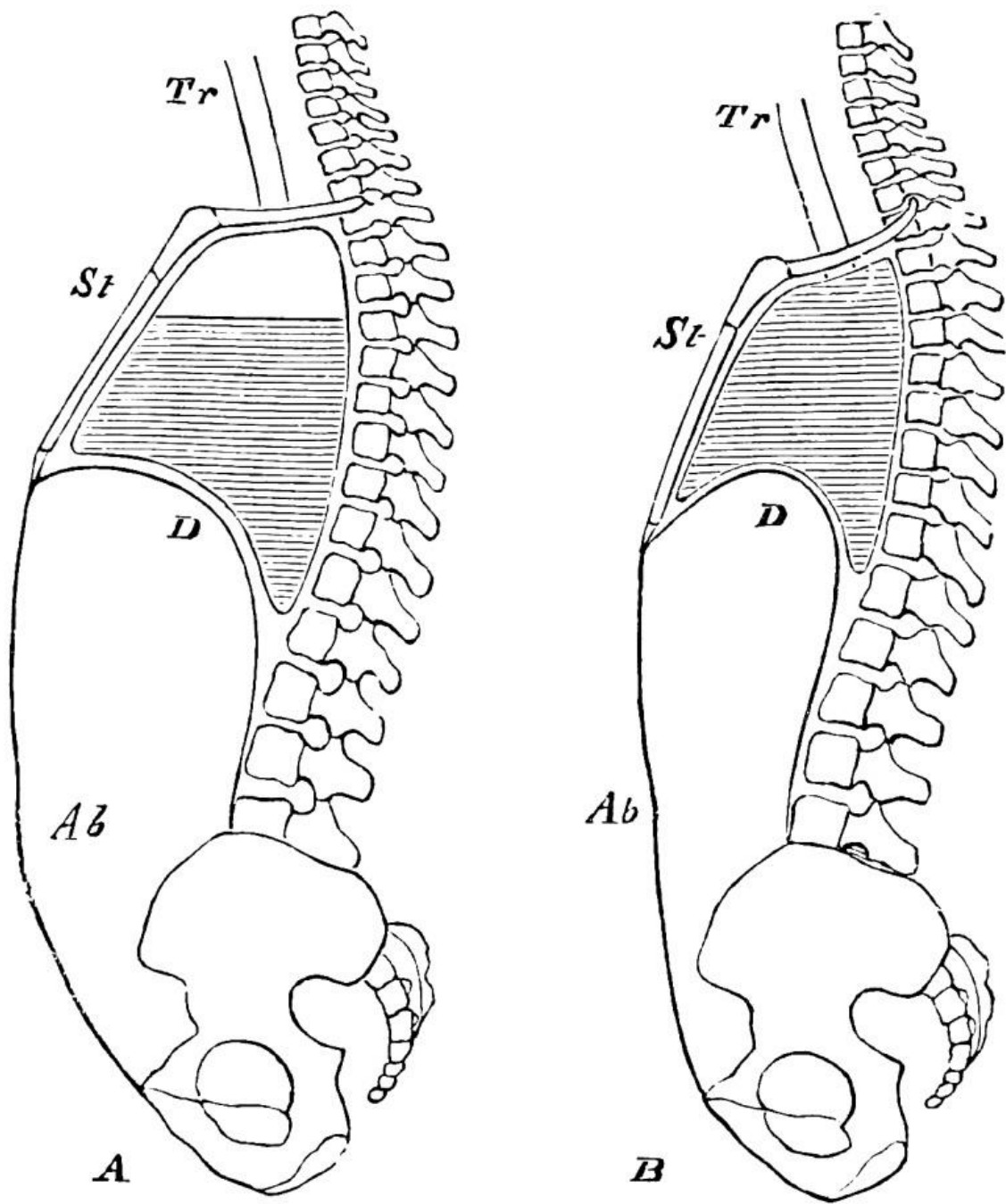


FIG. 13.—*Diagrammatic Sections of the Body in*  
[back](#)

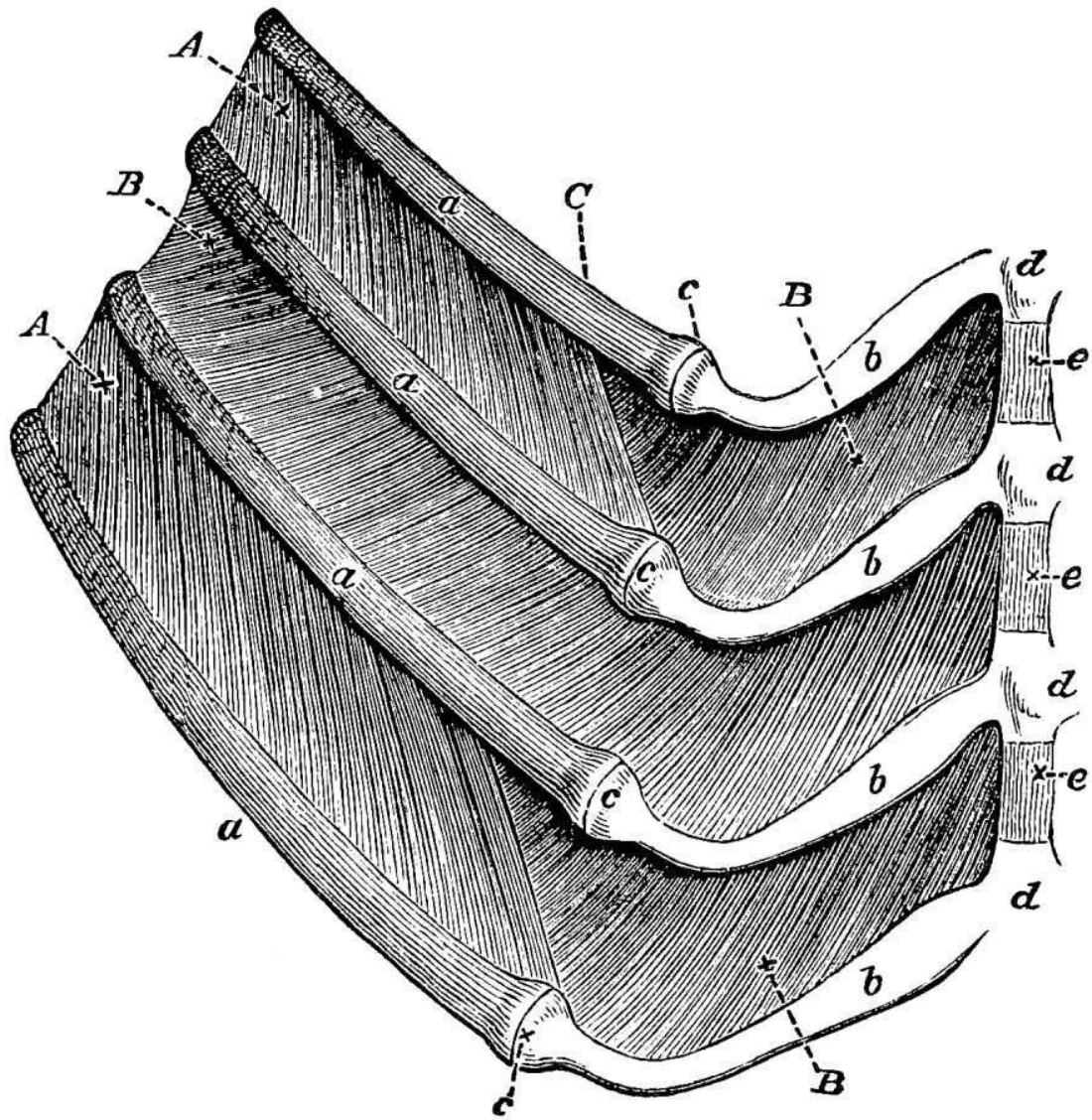


FIG. 14.—*View of Four Ribs of the Dog with the Intercostal Muscles.*

[back](#)

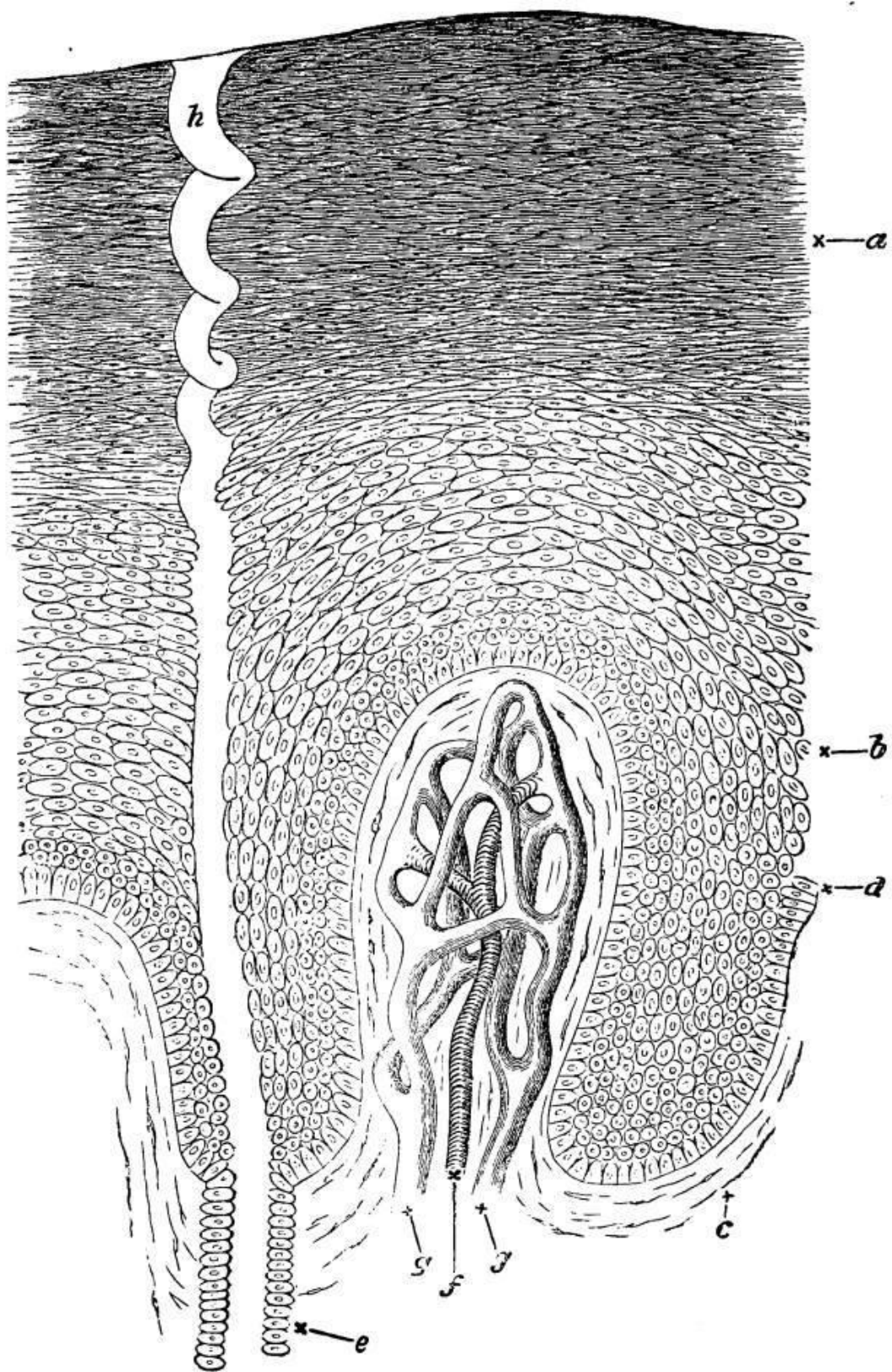


FIG. 15.—Section of Skin, highly magnified.

[back](#)

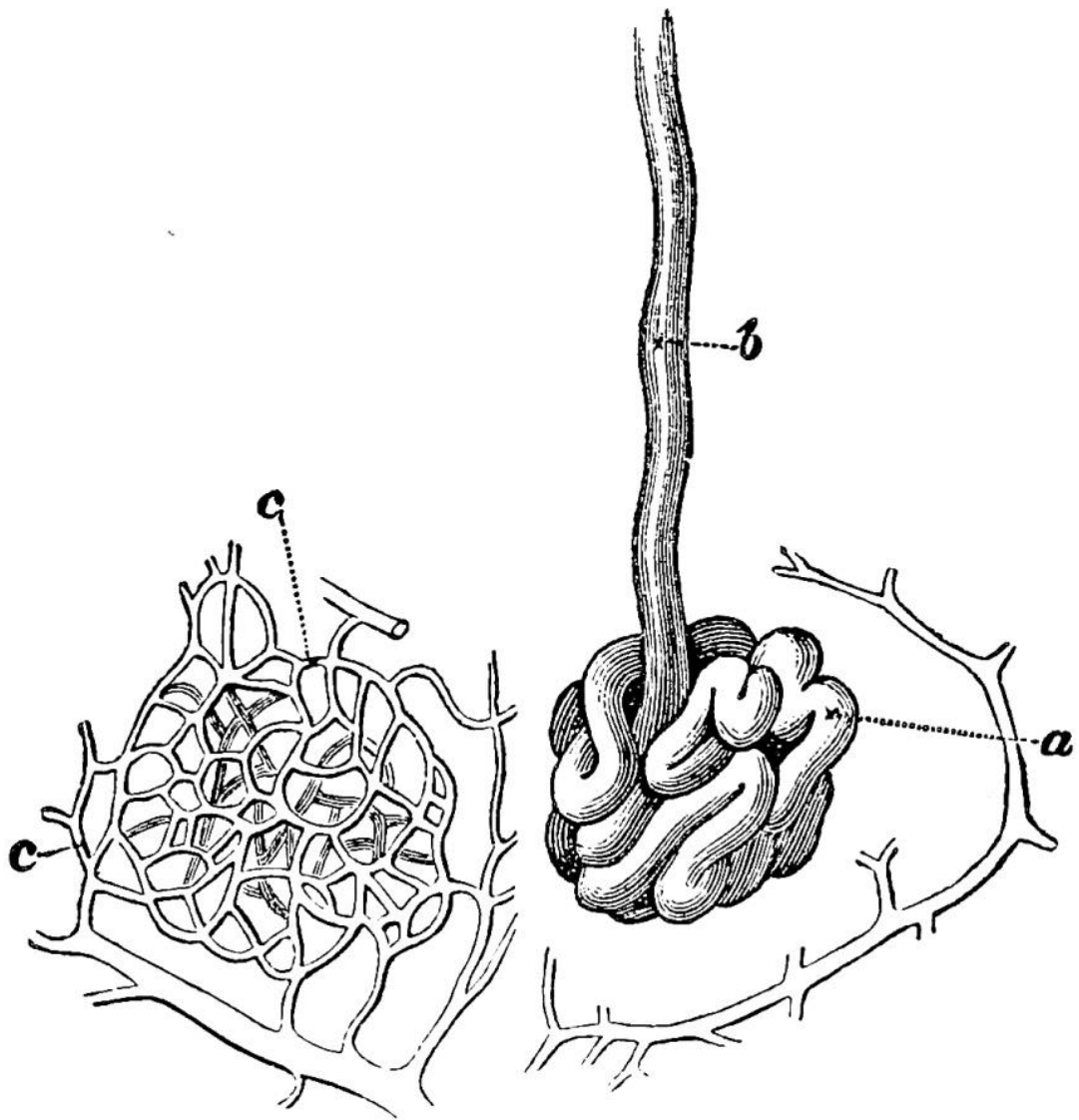


FIG. 16. —Coiled end of a Sweat Gland, Epithelium not shown.

[back](#)

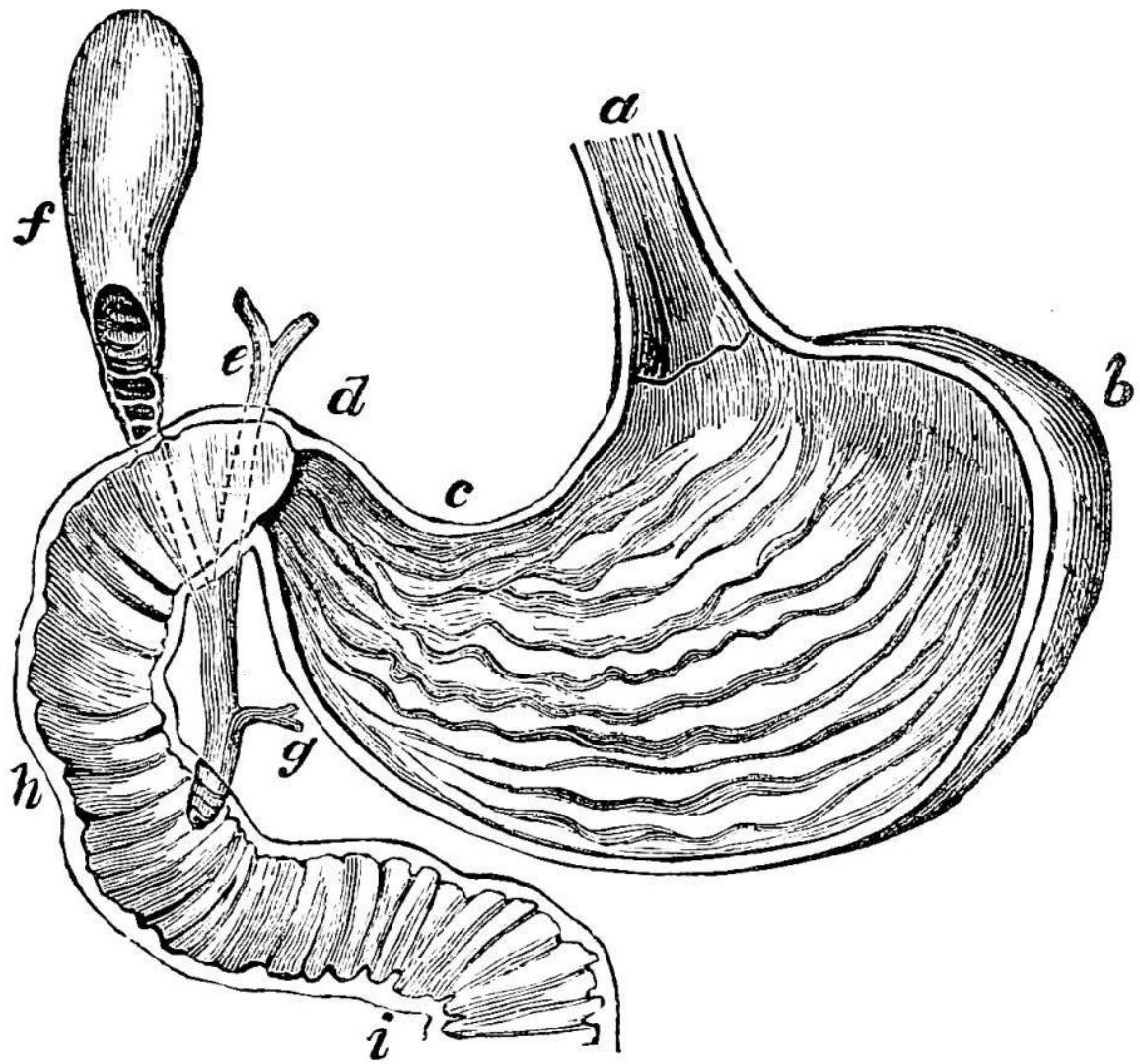


FIG. 17.—*The Stomach laid open behind.*

[back](#)

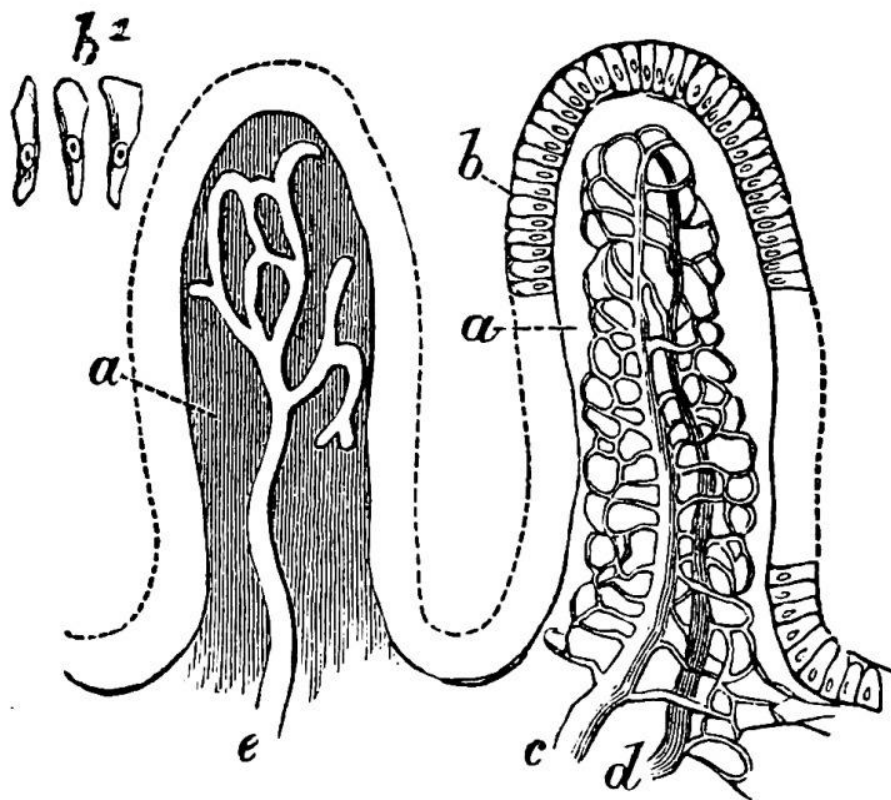


FIG. 18.—*Semi-diagrammatic View of Two Villi of the Small Intestines.* (Magnified about 50 diameters.)

[back](#)